



**INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO**

**DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS**

**Licenciatura em Geologia – Ramo Educacional**

**Trabalho Científico apresentado ao ISE para a obtenção do grau de Licenciatura em Geologia**

## **Qualidade de Água Subterrânea na Zona Norte da Ilha de Santiago**



**Autora:**  
**Samira Mendes Monteiro**

**Orientador**  
**Eng.º : António Filipe Lobo de Pina**

**Praia, Junho de 2007**



**INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO**

**DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS**

**Licenciatura em Geologia – Ramo Educacional**

**Trabalho Científico apresentado ao ISE para a obtenção do grau de Licenciatura em Geologia**

## **Qualidade de Água Subterrânea na Zona Norte da Ilha de Santiago**

**Autora:**  
**Samira Mendes Monteiro**

**Orientador**  
**Eng.º: António Filipe Lobo de Pina**

**INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO**  
**DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS**

## **Qualidade de Água Subterrânea na Zona Norte da Ilha de Santiago**

**Elaborado por: SAMIRA MENDES MONTEIRO**

**Sob a Orientação de**

**ANTÓNIO FILIPE LOBO DE PINA**

**Aprovado pelos membros do júri, foi homologado pelo conselho científico pedagógico, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciatura em Geologia.**

**O júri.**

---

---

---

**Data** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus filhos, em especial ao meu marido, aos meus pais e aos meus irmãos pela força e coragem que me deram durante todo este tempo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos quantos que de uma forma ou outra contribuíram para a realização deste trabalho.

Os meus sinceros agradecimentos ao meu Orientador e, Professor Eng.º: António Filipe Lobo de Pina, pela paciência, dedicação e disponibilidade a mim prestado em todos os momentos, pela excelente orientação na elaboração deste trabalho e a todos os Professores do Departamento de Geociências pelo apoio que me deram ao longo do curso.

Um especial agradecimento ao Chefe do Departamento Dr. Alberto da Mota Gomes, Eng.<sup>a</sup> Técnica Agrária Manuela Santos, responsável pelo Laboratório de Análises de Solo, Água e Plantas do Instituto Nacional de Investigação e Desenvolvimento Agrário (INIDA), pela realização das análises físico-química e apoio no tratamento dos dados pela paciência dedicação.

Ao Sr. Ricardo, funcionário do INGRH pela disponibilidade e ajuda na recolha das amostras.

À D<sup>a</sup> Rita, auxiliar do Laboratório de Analises de Solo, Água e Plantas (LASAP) pelo apoio prestado.

A todos os colegas do curso em especial a minha colega Felisberta pelo convívio e amizade cultivados durante esses quatro anos.

Ao Dr.º Celestino Lopes de Barros pelo apoio informático.

À minha amiga Carla Patrícia pelo apoio prestado.

Aos meus familiares, em especial ao meu marido pelo apoio moral e incentivo que me tem prestado durante todos esses anos do curso.

Finalmente a todos que de uma forma ou outra contribuíram para a realização deste trabalho.

<b>INDICE-----</b>	<b>página</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>6</b>
<b>I – Enquadramento da Ilha de Santiago.....</b>	<b>8</b>
1.1 Localização geográfica.....	8
1.2 Aspectos geomorfológicos.....	12
1.3 Aspectos climáticos.....	15
1.4 Aspectos geológicos.....	17
1.5 Aspectos hidrogeológicos.....	21
<b>II – Enquadramento do Concelho do Tarrafal.....</b>	<b>25</b>
2.1 Situação geográfica.....	25
2.2 Aspectos climáticos.....	28
2.3 Aspectos geomorfológicos.....	28
2.4 Aspectos geológicos.....	30
2.5 Aspectos hidrogeológicos.....	31
<b>III – Enquadramento Hidrogeológico.....</b>	<b>34</b>
3.1 Água subterrânea e ciclo hidrológico.....	34
3.2 Influência do ciclo hidrológico na qualidade da água.....	35
3.3 Vulnerabilidade dos sistemas aquíferos.....	36
3.4 Potenciais focos de contaminação.....	37
3.5 Sistema de abastecimento de água.....	37
3.5.1 Importância do abastecimento de água.....	38
3.5.2 Abastecimento de água no meio rural.....	39
<b>IV – Hidrogeoquímica.....</b>	<b>40</b>
4.1 Amostragem e métodos analíticos.....	40
4.2 Qualidade da água para consumo.....	40
4.2.1 Normas de qualidade da água do consumo humano.....	40
4.2.2 Parâmetros de qualidade da água.....	41
4.2.3 Trabalhos práticos.....	48
4.3 Caracterização hidrogeoquímica.....	50
4.3.1 Avaliação da qualidade da água subterrânea.....	52
4.3.2 Classificação da qualidade da água.....	55
4.3.3 Tratamento e armazenamento de águas de consumo humano.....	56
4.3.4 Águas de consumo humano e águas destinadas à rega.....	56
4.3.5 Desinfecção da água.....	58
4.4 Risco de contaminação dos principais sistemas aquíferos.....	61
4.5 Intrusão salina.....	62
4.6 Contaminação agrícola.....	63
<b>V – Resultados e discussão das análises.....</b>	<b>64</b>
5.1 Resultados das análises.....	64
5.2 Discussão.....	65
<b>Conclusões e recomendações.....</b>	<b>67</b>
<b>Bibliografias.....</b>	<b>68</b>
<b>Anexo.....</b>	<b>69</b>

## INTRODUÇÃO

A água subterrânea é a água filtrada no subsolo, presente nos espaços intergranulares dos solos ou nas fracturas das rochas. Aproximadamente 3/4 da superfície da Terra é coberta por água. A água é uma substância essencial para manutenção dos seres vivos, é reconhecida pela ciência como o ambiente em que surgiu a própria vida. Por esse motivo, sua ocorrência é considerada uma das condições básicas para admissão da existência de vidas.

A existência da água nos estados sólido, líquido e gasoso na Terra envolve o gigantesco fenómeno denominado Ciclo Hidrológico, a contínua circulação entre os oceanos, a atmosfera e os continentes, responsáveis pela renovação da água doce. Entretanto, 97,6% da água do planeta é constituída pelos oceanos, mares e lagos de água salgada. A água doce, representada pelos 2,4% restantes, tem sua maior parte situada nas calotes polares e geleiras (1,9%), inacessível aos homens pelos meios tecnológicos actuais. Da parcela restante (0,5%), mais de 95% é constituída pelas águas subterrâneas. A água é um bem muito precioso, indispensável à vida dos seres vivos. É um recurso natural que pode ser preservada porque a exploração intensiva a apanha de areia que tem vindo a acontecer nos últimos tempos põe em causa a sua qualidade. Actualmente constitui um problema tanto para o abastecimento como também para a agricultura.

A exploração de forma exagerada que vem acontecendo nos últimos tempos tem causado o aumento da condutividade em alguns pontos de água, assim como também, a utilização de algumas técnicas inadequadas para a rega põe em risco a sua qualidade.

Quando retiramos água subterrânea armazenada em aquíferos profundos, estamos a retirar a água que infiltrou a partir da superfície e foi naturalmente filtrada através dos poros das camadas de rochas, em seu movimento descendente. Esta é uma das razões da boa qualidade natural das águas subterrâneas e por isto elas devem ser protegidas das actividades exercidas pelo homem, passíveis de colocarem em risco sua qualidade

No Concelho do Tarrafal a maioria da população pratica a agricultura e, com a escassez da chuva, torna-se urgente fazer um estudo aprofundado da qualidade da água subterrânea, visto que durante a estação das chuvas uma boa parte da água superficial escoar para o mar por não haver obras de retenção.

Com este trabalho pretendemos dar a conhecer a qualidade da água subterrânea no concelho do Tarrafal, sendo a utilizado tanto para o abastecimento á população como também para a rega, as águas superficiais são poucos aproveitados principalmente na estação das chuvas umaque grande parte escoa para o mar por não haver obras de retenção.

O presente documento insere-se no âmbito do trabalho científico exigido pelo Instituto Superior de Educação, para a obtenção do grau de Licenciatura em Geologia – Ramo Educacional.

O objectivo principal deste trabalho é analisar a qualidade da água subterrânea na zona Norte da ilha de Santiago e proporcionar algumas informações que poderão ajudar no seu uso de forma racional.

#### Metodologia utilizada

Este trabalho encontra-se dividido em 5 capítulos:

No capítulo I apresentamos o enquadramento da ilha de Santiago, localização geográfica, aspectos climáticos, geomorfológicos, geológico e hidrogeológicos.

No capítulo II enquadramento do Concelho do Tarrafal, debruçando-se sobre situação geográfica, aspectos climáticos, geomorfológicos, geológicos e hidrogeológicos.

No capítulo III apresentamos o enquadramento hidrogeológico, água subterrânea e o ciclo hidrológico, influência do ciclo hidrogeológico na qualidade da água, vulnerabilidade dos sistemas aquíferos e potenciais focos de contaminação e sistema de abastecimento de água.

No capítulo IV fizemos um estudo da hidrogeoquímica, assim como a qualidade da água subterrânea, a intrusão salina e a contaminação agrícola entre outros.

No capítulo V apresentamos os resultados, interpretação e discussão.

#### Conclusões e recomendações

#### Bibliografia

#### Anexo



## **I – ENQUADRAMENTO DA ILHA DE SANTIAGO**

### **1.1 – LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA**

**Santiago** está situado á sul do arquipélago de Cabo Verde, pertencendo ao grupo das Ilhas de Sotavento entre os paralelos 15° 20' e 14° 50' de latitude Norte e os meridianos 23° 20' e 23° 50' de longitude Oeste de Greenwich.

É a maior ilha do arquipélago, com uma área de 991 quilómetros quadrado o que representa cerca de 25% da área total do arquipélago.

Apresenta uma forma adelgada na direcção Norte – Sul, com um comprimento máximo de 54,9 quilómetros, entre Ponta de Moreira, a Norte, e a Mulher Branca, a Sul e uma largura máxima de 29 quilómetros entre a Ponta Janela, a Oeste e a Ponta de Praia Baixo, a Leste.

É de salientar um estreitamento pronunciado na região Norte entre Chão Bom a Este, e Porto formoso, a Leste atingindo 6 quilómetros.

Administrativamente a ilha está dividida em nove concelhos, designadamente os concelhos da Praia, S. Domingos, S. Lourenço dos Órgãos, Santa Catarina, Santa Cruz, Tarrafal, S. Miguel, Picos e Ribeira Grande, e onze freguesias: São João Baptista, Santíssimo Nome de Jesus, Nossa Senhora da Graça, S. Nicolau Tolentino, Nossa Senhora da Luz, S. Tiago Maior, S. Lourenço dos Órgãos, Santa Catarina, S. Salvador do Mundo, Santo Amaro Abade e S. Miguel Arcanjo.

**Concelho da Praia** é a maior do País, localizada na parte sul da ilha, ocupando uma área de 258,1km<sup>2</sup> com uma população total de 104.953 habitantes (Censo 2000). Neste concelho está instalada a sede e a capital do país – Cidade da Praia.

**Concelho São Domingos** criado em 1993, com uma área de 137,6km<sup>2</sup> e uma população de 13305 habitantes (censo 2000) repartidos pelas freguesias de São Nicolau Tolentino a sede e de Nossa Senhora Da Luz.

**Concelho de Santa Cruz** situado na zona Leste do país, abrangendo uma área de 149,3km<sup>2</sup>, com uma população de 32965 habitantes (censo 2000) distribuídos pela freguesias de São Tiago Maior.

**Concelho de Santa Catarina** é o segundo maior da ilha, situado na parte central, abrange uma área de 242,9km<sup>2</sup> e uma população de 48.892 habitantes (censo 200) distribuídos pelas freguesias de Santa Catarina e São Salvador do Mundo.

**Concelho de Calheta de São Miguel**, situado na parte nordeste da ilha, ocupa uma área de 90,7km<sup>2</sup> e uma população de 16104 habitantes (censo2000), distribuídos pela freguesia de São Miguel Arcanjo, é a menor da ilha e foi criado em 1997.

**Concelho de Tarrafal**, situado na parte Norte, com uma área de 149,3km<sup>2</sup>, uma população de 17784 habitantes (censo 2000) espalhadas pela freguesia de Santo Amaro Abade.

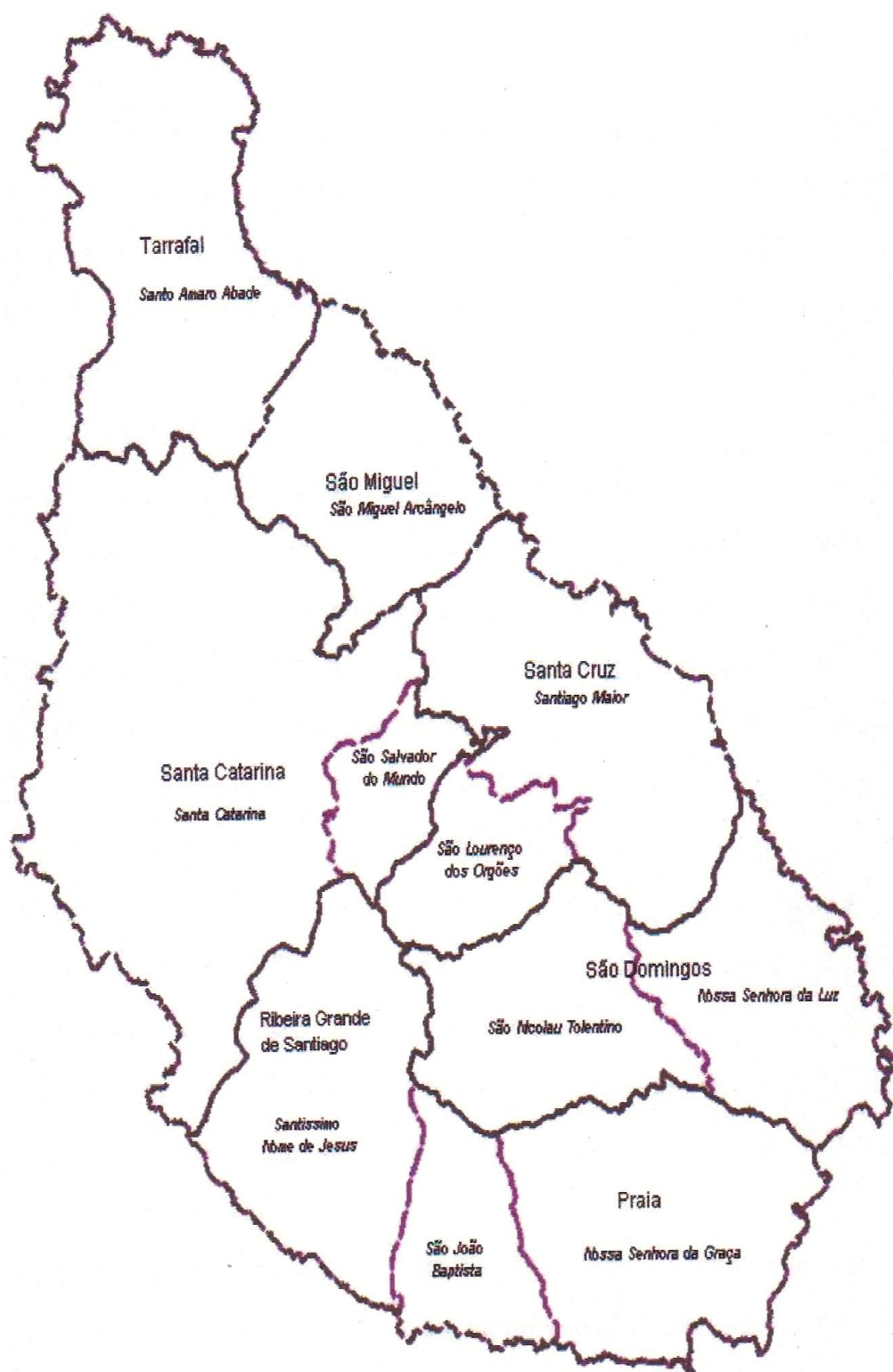
Recentemente a ilha passou a contar com mais três concelhos:

- S. Lourenço dos Órgãos;
- S. Salvador do Mundo;
- Ribeira Grande;

**QUADRO Nº1**  
**Distribuição das Freguesias pelos Concelhos – Ilha de Santiago**

<b>Concelho</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Freguesia</b>	<b>Nº populacional</b>			<b>Total</b>
			Ambos os sexos	Masculino	Feminino	
<b>Praia</b>	258,1	Nossa Senhora da Graça	97240	46567	50673	104953
		São João Baptista	4730	2169	2561	
		Santíssimo Nome de Jesus	2983	1447	1536	
<b>São Domingos</b>	137,6	São Nicolau Tolentino	8715	4187	4528	13305
		Nossa Senhora da Luz	2214	2214	2376	
<b>Santa Cruz</b>	149,3	Santiago maior	25184	11861	13323	32965
		São Lourenço dos órgãos	7781	3667	4114	
<b>São Miguel</b>	90,7	São Miguel arcanjo	16104	7114	8990	16104
<b>Santa Catarina</b>	242,9	Santa Catarina	40657	18415	22242	49829
		São Salvador do Mundo	9172	4148	5024	
<b>Tarrafal</b>	112,4	Santo Amaro Abade	17784	7904	9880	17784

**Fonte:** Instituto Nacional de Estatística



**Fig nº1 – Ilha de Santiago, Limitação dos Concelhos e Freguesias.**

## 1.2 – ASPECTOS GEOMORFÓLOGICOS<sup>1</sup>

A ilha de Santiago é bastante acidentada, apresenta uma forma semelhante a uma pêra, ou seja, adelgada na direcção Norte-Sul.

Deve-se assinalar um estreitamento pronunciado na região Norte, com a maior dimensão em largura voltada para o Sul.

O relevo é caracterizado por elevações, depressões e planuras. Nesta ilha evidenciam-se sete unidades geomorfológicas. (Manuel Monteiro Marques)

- Achadas meridionais;
- Maciço Montanhoso do Pico de Antónia;
- Planalto de Santa Catarina;
- Flanco Oriental;
- Maciço Montanhoso de Malagueta;
- Tarrafal;
- Flanco Ocidental;

Duas principais massas montanhosas caracterizam a morfologia da ilha de Santiago:

- Maciço do Pico de Antónia com altura máxima de 1392 metros, constitui o elemento morfológico de maior importância, é o ponto mais elevado da ilha, alongada na direcção noroeste - sudoeste. Na direcção noroeste destacam-se as seguintes elevações: o Monte Tagarino com 1021 metros de altitude, Monte Grande com 877 metros de altitude, o Monte Boca Larga com 728 metros de altitude, o Monte Brianda com 714 metros de altitude.

Deste maciço nascem as ribeiras: Seca, Engenheiros, S. João, Santa Clara, Águas Belas e a de S. João.

- O maciço de Serra Malagueta, a segunda elevação mais importante da ilha, com 1063 metros de altitude.

Deste maciço nascem as ribeiras de Principal, Flamengos e São Miguel.

Esses dois maciços estão separados por uma extensa superfície plana -**Santa Catarina** a região central da ilha com cerca de 500 metros de altitude.

---

<sup>1</sup> AMARAL, Ilídio do – Santiago de Cabo Verde – A Terra e os Homens – Lisboa, 1964

A Oeste de Santa Catarina se destaca os relevos de Palha Carga, Monte Brianda e Pedroso.

O planalto de Catarina é cortado por alguns vales em canhão – Bacias Hidrográficas de Santa Águas Belas e Sansão.

Deste planalto nascem as ribeiras de Boa Entrada, Águas Pobres, Palha Carga, Picos, e Tabugal.

A ilha é constituído por uma diversidade de formas de relevo apresentando-se em picos, vales, achadas, desfiladeiros, ravinas profundas e um predomínio de planuras na zona do litoral, cujo as depressões descem das regiões dos maciços montanhosos, principalmente Serra Malagueta.

Neste maciço encontram-se importantes elevações, como o Monte Ramo, com 910 metros, o Monte Henrique com 870 metros e o Monte Quebrado, com 850 metros.

Existem outras elevações, o Monte Graciosa, com 643 metros localizada na região setentrional, estendendo-se na direcção Leste Oeste, desde Achada Bilim a Baía Verde do Tarrafal de onde nascem as ribeiras de Fazenda, Fontão e Lebrão e a Serra do Pico da Antónia, alcançando o mar.

As arribas na parte Oeste são verticais e descem bruscamente não permitindo a formação de achadas.

A costa na parte Leste apresenta ondulações suaves, e é recortado devido a forte e constante acção das ondas do mar que são auxiliares pelo vento dominante de noroeste.

Na região Sul, observam –se pequenas elevações como o Monte das Vacas, com 200 metros de altitude, o Monte de S. Filipe, com 213 metros de altitude, o Monte Vermelho, com 195 metros, o Monte Gonçalo Afonso, 234 metros. Destas elevações nascem as ribeiras de Praia Negra, São Martinho Grande, São Martinho Pequeno, Cidade Velha e Várzea da Companhia.

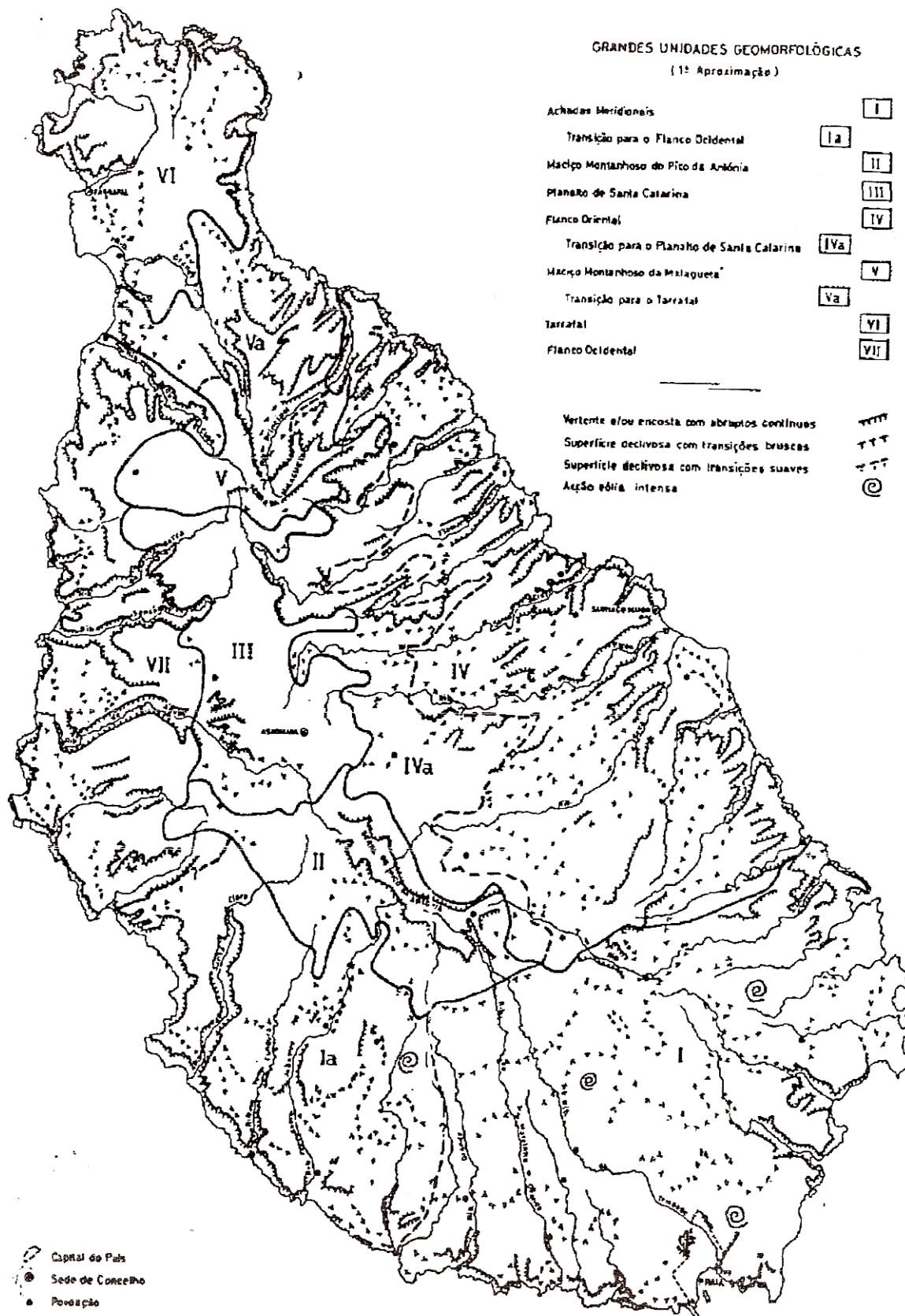


Fig. 2 - Grandes Unidades Geomorfológicas.

Fonte – Garcia de Orta, Sér. Est. Agron., Lisboa, 17 (1-2), 1990, 19-29

### 1.3 - ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS<sup>2</sup>

O clima de Santiago como a de todo país está condicionado pelas oscilações em altitude, principalmente entre Junho e Outubro da zona de convergência inter tropical, responsável pela época das chuvas.

O clima é árido e semi – árido, com a temperatura media anual de 25°, a precipitação é irregular concentrando – se num curto espaço de tempo com período de seca prolongadas, embora os valores da humidade sejam bastantes elevadas.

O clima de Santiago é definido por duas estações:

- **A estação seca ou “o tempo das brisas,”** que vai de Dezembro a Junho.

- **A estação das chuvas os “o tempo das águas,”** que vai de Agosto a Outubro.

Os meses de Novembro e Junho são considerados meses de transição, podendo apresentar característica da estação seca ou húmida.

- **A estação das águas** é a mais quente, verificam-se períodos de chuvas irregulares e ligadas á deslocação setentrional da frente inter – tropical (FTI).

- **A estação “das brisas”** é a mais fresca e seca é uma época onde a ilha está sob influência de massas de ar húmidas vindas de NE, os alísios, que ao alcançarem as superfícies emersas aproximadamente a 300 metros de altitude e exposta ao NE.

Constata-se uma regularidade das pressões, dos ventos e das temperaturas com a humidade relativa constantemente elevada. A temperatura é regular ao longo do ano, as amplitudes térmicas são pequenas, sendo as médias anuais de 25° e inferiores a 20°. A humidade relativa é elevada, por conseguinte pequenas amplitudes térmicas, sendo as médias as anuais a volta dos 6° a 8°.

É de salientar que a medida que se desloca para o interior, o clima árido do litoral, passa para o semi-árido e, finalmente, a sub – húmido e húmido.

Existe uma grande variabilidade climática que asseguir se destaca: aridez no litoral, humidade e vegetação nos pontos altos, precipitação maior na vertente oriental, escassez da humidade na vertente ocidental devido a influência de relevo, proporcionando o surgimento de microclima em alguns vales do interior, nomeadamente São Domingos, Órgãos, Picos e Principal.

Segundo a distribuição da precipitação em função da altitude e exploração das terras se distinguem as seguintes zonas microclimáticas:



- **Zona árida** situada a uma altitude inferior a 100 metros e precipitação inferior a 250mm;
- **Zona semi-árida** situada a uma altitude compreendida entre 100 a 200 metros, e a precipitação varia entre os 200 a 400mm;
- **Zona sub húmida** situada a uma altitude compreendida entre 200 a 500 metros e uma precipitação que varia entre 400 a 500mm;
- **Zona húmida** situada a uma altitude acima dos 500metros, com precipitação maior que 500mm;

De acordo com os trabalhos F. Reis Cunha o clima de Santiago, no que diz respeito ao regime térmico, divide-se em:

- **Clima do litoral** – Praia, S. Tomé, Achada Baleia e Tarrafal;
- **Clima de altitude** – Pico de Antónia, Santa Catarina e Serra Malagueta;
- **Clima de vertente** – não exposta aos ventos alísios, como Chuva Chove, Porto Mosquito, Pico Leão;
- **Micro climas** – nas certas ribeiras como Principal, Boa Entrada e Picos.

## **1.4 -ASPECTOS GEOLOGICOS<sup>3</sup>**

### **1.4.1 Características Gerais**

A ilha de Santiago é de origem vulcânica, as formações predominantes são rochas basálticas e materiais piroclásticos (lapili, brechas e tufos).

As rochas mais antigas podem ser encontradas nas áreas desnudadas, normalmente no leito das ribeiras.

As rochas afaníticas ocupam a maior parte da ilha e as faneríticas ocupam uma pequena área. Por toda a ilha encontram-se filões; porém, a sua presença é mais marcante na formação mais antiga da ilha.

É de salientar que os derrames basálticos foram os primeiros a serem projectados depois, houve a fase das rochas fonóliticas e traquíticas formando chaminés, domas, necks e filões.

A esta fase seguiu-se uma erupção de rochas basálticas.

As rochas calcárias que se podem observar, são de pequena escala, depositadas sobre a parte do litoral onde se encontram as rochas basálticas submersas.

“Com o posterior levantamento da ilha, houve actividades vulcânicas manifestada pela presença de mantos basálticos que se encontram submersos “ (Alberto Da Mota Gomes a Hidrogeologia de Santiago).

As rochas sedimentares não constituem elemento essencial na geologia da ilha, mas têm muita importância sobretudo as marinhas pelo facto de conterem fósseis.

É de realçar que as rochas metamórficas praticamente não existem, observando-se ligeiras acções de metamorfismo de contacto.

### **Sequência Estratigráfica**

Segundo o trabalho realizado pelo professor António Serralheiro estabeleceu-se a coluna estratigráfica da ilha de Santiago da formação mais antiga (1) para a mais recente (9).

---

<sup>3</sup> MOTA GOMES, Alberto da – A Hidrologia de Santiago – Praia, 1980

## **9- FORMAÇÃO SEDIMENTARES RECENTES**

Constituída pela facie terrestre e facie marinha.

- A facie terrestre constituída por aluviões, dunas, depósitos de vertente e de enxurrada;
- A facie marinha é formada por areias e cascalheiras da praia – ambas pertencentes a Era Quaternária;

## **8- FORMAÇÃO DO MONTE DAS VACAS (MV)**

Constituída por cones de piroclastos e pequenos derrames associados – Plistocénico;

## **7-FORMAÇÃO DE ASSOMADA (A)**

Constituída apenas pela facie terrestre formada por mantos subáreos e piroclastos basálticos – Pliocénico;

## **6-COMPLEXO ERUPTIVO DO PICO ANTÓNIA (PA)**

Apresenta as duas facies terrestre e marinhas

A facie terrestre é constituída por:

- Piroclastos e escoadas associadas intercaladas;
  - Mantos e alguns níveis de piroclastos intercalados;
- Tufo, brecha (TB);
- Fonolitos, traquitos e rochas afim;
- Séries espessa, essencialmente de mantos e alguns níveis de piroclastos.
- A facie marinha formada por conglomerados, mantos basálticos superiores; conglomerados, calcários, e calcarenitos fossilíferos; mantos e basálticos inferiores – Mio – Pliocénico;

## **5- FORMAÇÃO LÁVICA POS – FORMAÇÃO DOS ÓRGÃOS (CB)**

Formada por rochas traqui-fonolíticas -Miocénico;

## **4-FORMAÇÃO DOS ÓRGÃOS (CB)**

Pertencendo a Era terciária, formada por duas facies:

- Facie terrestre – constituída por depósitos de enxurrada tipo lahar, com mantos intercalados;
- Facie marinha – constituída por conglomerados e calcarenitos fossilíferos – Miocénico;

### **3-FORMAÇÃO DOS FLAMENGOS (λρ)**

Constituída apenas pela facie marinha, com mantos e brechas.

Esta formação encontra-se bem evidenciada na zona dos Flamengos, daí a designação desse nome – Miocénico.

## **2- CONGLUMERADOS ANTI – FORMAÇÃO DOS FLAMENGOS**

### **1 – COMPLEXO ERUPTIVO INTERNO ANTIGO (CA)**

Apresenta apenas a facie terrestre formada por fases lávicas (filões, chaminé, manto); fonólito, traquitos e rochas afins (chaminé e filões); carbonatitos (pitões e filões); brechas profundas; sienitos feldispatóidicos e rochas afins; rochas gabróicas alcalinas e afins; complexo filoniano de natureza essencialmente basáltica – pertencente a Era Terciária.

QUADRO 1 — SANTIAGO

Formações	Fácies terrestre	Fácies marinha	Idade	MA
	aluviões, dunas, depósitos de vertente e de enxurrada	areias e cascalheiras de praia	Holocénico	1,5
	terraços	níveis de praias antigas { 2-4 m conglomerados, calcarenitos e plataformas de abrasão 5-10 m conglomerados, calcários, calcarenitos, plataformas de abrasão 15-25 m conglomerados, calcarenitos e plataformas de abrasão 30-40 m depósitos de cascalheiras e, essenc. plat. de abrasão 50-60 m conglomerados, calcários e, essenc. plat. de abrasão 60-80 m conglomerados e plataformas de abrasão	Quaternário	
Formação do Monte das Vacas	cones de piroclastos e pequenos derrames associados		Plistocénico	
Formação da Assomada (A)	mantos subaéreos e piroclastos, basálticos			
Complexo eruptivo do Pico da Antónia (PA)	E — piroclastos e escordas intercaladas D — mantos e alguns níveis de piroclastos intercalados C — tufo brecha (TB) B — fonólitos, traquitos e rochas afins (q)  A — séries espessas, essencialmente de mantos e alguns níveis de piroclastos intercalados	sedimentos de posição indeterminada conglomerados e calcarenitos, fossilíferos As — mantos superiores conglomerados, calcários e calcarenitos, fossilíferos Ai — mantos e piroclastos inferiores conglomerados e calcarenitos fossilíferos	Pliocénico	
	traquitos pós CB			7
Formação dos Órgãos (CB)	depósitos de enxurrada, tipo lahar, com mantos intercalados	conglomerados, calcários e calcarenitos, fossilíferos		
Formação dos Flamengos (LF)		mantos e piroclastos	Miocénico	
	conglomerados antigos	conglomerados antigos		26
Complexo eruptivo interno, antigo (CA)	fasces lávicas basálticas (filões, chaminés, mantos) fonólitos, traquitos e rochas afins (chaminés e filões) carbonatitos (pitões e filões) brechas profundas sienitos feldspatóidicos e rochas afins (s) rochas gabróicas alcalinas e afins (gabros olivínicos alcalinos, ijolito-melteijitos, piroxenitos alcalinos, melagabros e monzogabros feldspatóidicos, etc.)		Ante-Miocénico	

Figura nº3 Quadro estratigráfico da ilha de Santiago

Fonte: Alberto Mota Gomes e António Lobo de Pina

## **1.5 - ASPECTOS HIDROGEOLOGICOS<sup>4</sup>**

### **1.5.1 Considerações gerais**

As formações geológicas que tem maior interesse sob o ponto de vista hidrogeológico são as mais extensas e mais espessas e as que tem uma certa influência no movimento da água, como por exemplo as que apresentam filões.

As precipitações são a origem das águas subterrâneas, isto é, as águas superficiais e subterrâneas são alimentadas pelas precipitações.

Dessas precipitações que caem sobre as ilhas, uma parte ao interceptar-se com o solo e as folhas das árvores e durante o seu percurso, evapora-se (67%); da outra parte (20%) escoar-se á superfície através das bacias hidrográficas, originando o escoamento superficial, e apenas uma pequena parte infiltra-se (13%) através das fendas, fracturas das rochas, onde se circula e armazena no aquífero principal – A Formação do Complexo Eruptivo do Pico de Antónia (PA). Ao longo do percurso, como também no oceano acontece a evaporação.

Os recursos hídricos são pouco aproveitados:

- As subterrâneas uma pequena parte é tecnicamente explorável;
- As superficiais não são exploradas e uma grande parte perde-se para o mar devido a falta de dispositivos de captação e de armazenamento, caso de barragens.

Na ilha de Santiago a exploração dos recursos hídricos é feita através de: furos, galerias, captação das nascentes e poços.

Analisando o mapa da ilha de Santiago (figura -4 rede hidrográfica da ilha de Santiago) com as respectivas linhas de água, notam-se três zonas de drenagem partindo do Pico de Antónia (Ilídio do Amaral, Santiago de Cabo Verde – A Terra e os Homens):

- Partindo do Pico de Antónia em direcção Baía de Santa Clara.
- Partindo do Pico de Antónia para Ponta Prinda.
- Partindo do Pico de Antónia para a Baía do Medronho.

---

<sup>4</sup> MOTA GOMES, Alberto da – A Hidrologia de Santiago – Praia, 1980

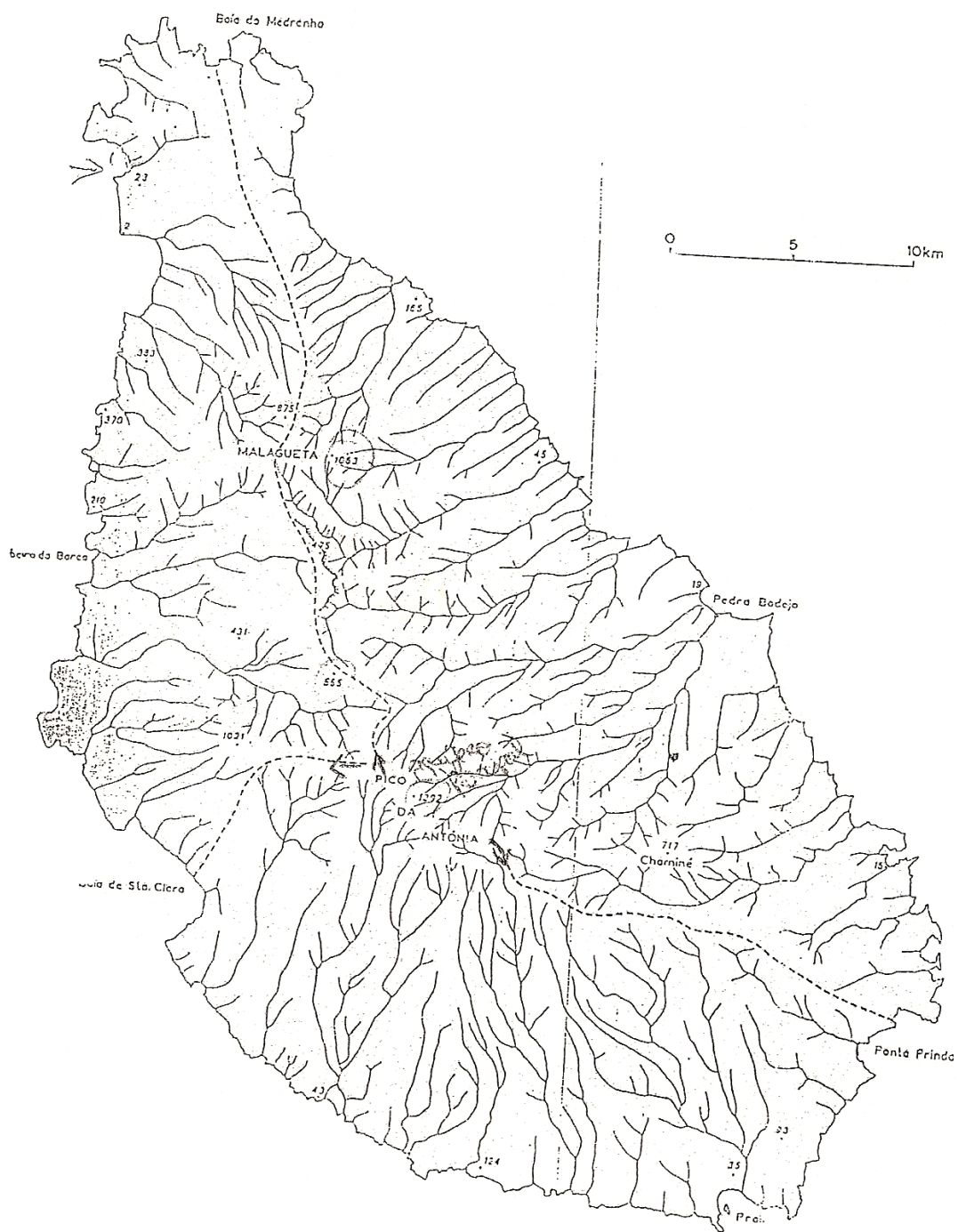


Figura nº 4 – Rede Hidrográfica da ilha de Santiago

Fonte: Alberto da Mota Gomes e António Filipe Lobo de Pina

## **Unidades Hidrogeológicas**

De acordo com estudos realizados as características das formações geológicas, inventário de pontos de água, sondagens mecânicas e ensaios de bombagem permitiram concluir a existência de três (3) grandes unidades hidrogeológicas:

### **1 - Unidade Recente**

É constituída pela formação de Monte das Vacas (MV) formada essencialmente por cones de piroclastos basálticos (tufos, bagacina, bombas e escórias). Esta formação é muito porosa e bastante permeável, constitui uma zona privilegiada de infiltração em direcção ao aquífero principal.

### **2- Unidade Intermédia**

Extensa e mais espessa da ilha é o principal aquífero formado por mantos basálticos subáreos e submarinos com intercalações de piroclastos. Possui um elevado coeficiente de armazenamento, comparado com a unidade de base, devido a fracturação vertical, a porosidade e permeabilidade superiores da unidade de base, permitindo a circulação e o movimento das águas, constituindo o aquífero principal da ilha de Santiago.

As formações submarinas (pillow – lavas) possuem maior permeabilidade.

A formação de Assomada é constituída por mantos basálticos subáreos e piroclastos.

### **3-Unidade de Base**

Formada pelo Complexo Eruptivo Interno Antigo (CA), pela formação dos Flamengos ( $\lambda\rho$ ) e pela formação dos Órgãos (CB). Essas formações caracterizam-se por possuírem uma alta compacidade, uma forte alteração dos afloramentos atingindo na maioria das vezes, o estado de massas argilosas e, por conseguinte, a permeabilidade é baixa, possui uma grande percentagem de argila permitindo a retenção da água, daí a designação de substrato.



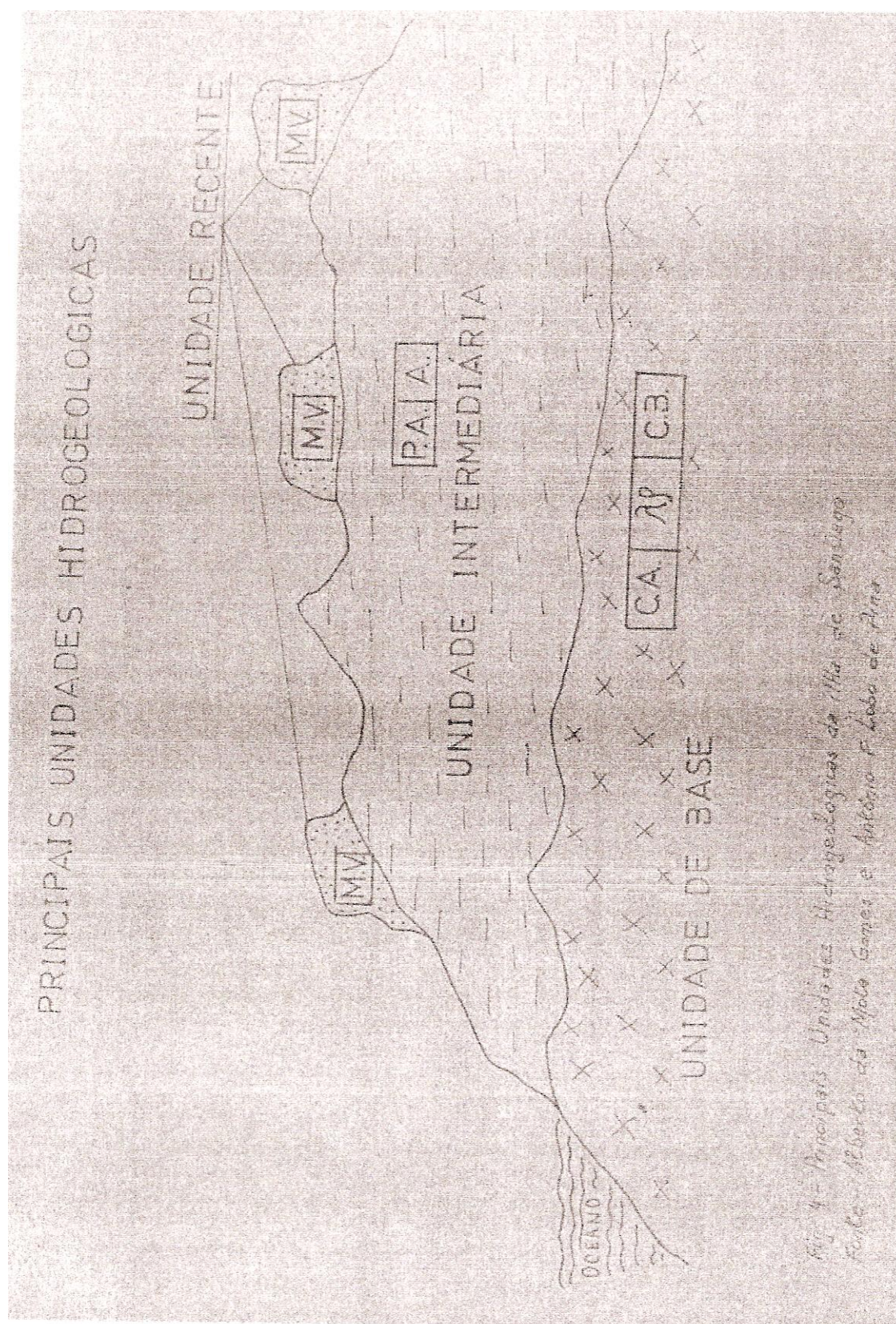


Figura nº 5 Principais unidades hidrogeológicas da ilha de Santiago  
Fonte: Alberto da Mota Gomes e António Filipe Lobo de Pina

## **II- ENQUADRAMENTO DO CONCELHO DE TARRAFAL**

### **2.1 - Situação geográfica**

O concelho do Tarrafal fica situado na zona setentrional, aproximadamente a 70km da cidade da Praia, possui uma área de 112,4km<sup>2</sup>, o que representa cerca de 2,8% da área total do território nacional e 11% da área total da ilha. Encontra-se confrontado a sudeste com o concelho de S. Miguel e a sudoeste com o de Santa Catarina, (fig.nº1) a sua população é de 18059 habitantes (censo 2000), espalhadas pelas 23 localidades e apenas uma única freguesia, a de Santo Amaro Abade, sendo a vila do Tarrafal a sede do concelho.

Teve a sua criação no ano de 1917 sobre o decreto-lei n.º 3108-B, de 25 de Abril publicado no 3-ºsuplemento ao B.O nº25/1917, desintegrando do concelho e Santa Catarina que tivera já a sua sede na Vila do Tarrafal até 1912.

## QUADRO N°2

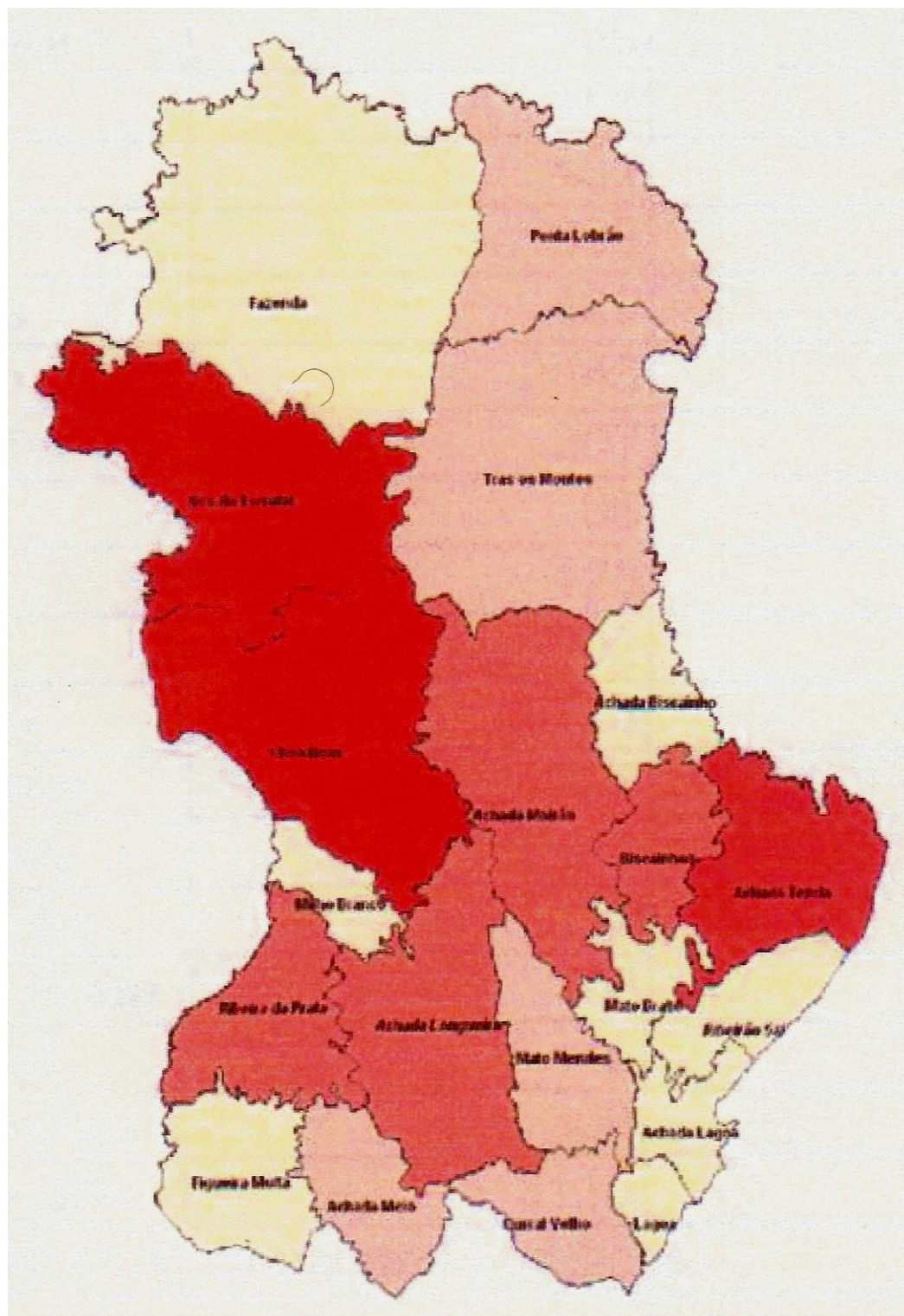
### Distribuição da População pelas Zonas da Freguesia

Zonas	Pop. Feminina	Pop. Masculina	Total
A. Biscainhos	128	107	235
A.Lagoa	108	74	182
A.Longueira	436	289	725
A.do Meio	151	120	271
A.Moirão	401	270	671
A. Tenda	639	474	1113
Biscaínhos	429	295	724
Chão Bom	2446	2073	4519
Curral Velho	207	162	369
Fazenda	86	56	142
F. Muita	123	105	228
Lagoa	102	87	189
Mato Brasil	123	87	210
Mato Mendes	197	126	323
Milho Branco	140	95	235
Ponta Lubrão	212	148	360
Ribeira da Prata	503	411	914
Ribeirão Sal	45	31	76
Tras-os Montes	309	246	555
Vila do Tarrafal	3110	2662	5772

**Fonte:** Instituto Nacional de Estatística



**CONCELHO DO TARRAFAL**



## 2.2 -ASPECTOS CLIMATOLOGICOS<sup>5</sup>

O clima do concelho do Tarrafal é do tipo árido, podendo diferenciar-se as seguintes zonas climáticas:

- **Árida, semi-árida, húmida e sub-húmida** com a temperatura média anual de 25°C, precipitação irregular, marcada por duas estações bem definidas, em conformidade com o arquipélago.

O clima do Tarrafal é condicionado pelo relevo e a disposição das vertentes em relação aos ventos dominantes. Trata-se de uma região baixa, pois a disposição do Monte Graciosa exerce uma influência directa; isso contribui para o aumento da aridez.

As chuvas são bastante irregulares, criando um contraste vigoroso entre as zonas altas e as litorais, caracterizadas por duas estações:

- **A estação das chuvas ou “das águas”** que vai de Agosto a Outubro, em que se verificam chuvas irregulares e está intimamente relacionada às deslocções das (CTI), Convergência Inter tropical.
- **A estação seca ou “das águas”** que vai de Dezembro a Junho, sob influência dos ventos alísios de noroeste, sopram irregularmente todo o tempo, é a mais fresca e seca.
- Os meses de Junho e Novembro são considerados **meses de transição**.

## 2.3 ASPECTOS GEOMORFOLOGICOS<sup>6</sup>

O concelho de Tarrafal possui um relevo de altura variável, desde os pequenos cones de dezenas de metros a enorme cúpula do Monte Graciosa, com 643 metros de altitude, constitui a terceira grande elevação de Santiago.

**As formas de relevo mais espectaculares que se destacam são as seguintes:**

- **A cúpula do Monte Graciosa** sobranceira á vila do Tarrafal, apresenta vertentes declivosas, estende de Leste a Oeste desde Achada Bilim á Baia Verde;
- **A caldeira de Maria Sevilha**, junto a ribeira da Prata;

---

<sup>5</sup> AMARAL, Ilídio do – Santiago de Cabo Verde – A Terra e os Homens – Lisboa, 1964

<sup>6</sup> AMARAL, Ilídio do – Santiago de Cabo Verde – A Terra e os Homens – Lisboa, 1964

Nota-se a existência de vários cones bastantes erodidos e alterados:

- Monte Costa com a altitude de 336metros;
- Monte Matamão situado a Leste de Graciosa, com 360metros de altitude;
- Monte Vermelho (296 metros de altitude);
- Covado (281 metros de altitude);
- Achada Grande (260 metros de altitude);

No Tarrafal as depressões mais importantes destacam-se as seguintes:

- Ribeira Biscainhos;
- Ribeira Cuba;
- Ribeira da Fazenda;
- Ribeira de Fontão;
- Ribeira Grande;
- Ribeira Lebrão;
- Ribeira da Prata;
- Ribeira de Porto Formoso.

### **Principais Achadas**

- Achada Bilim;
- Achada Biscaíño;
- Achada Boi;
- Achada Carreira;
- Achada Chão Bom;
- Achada Cuba;
- Achada Grande;
- Achada Porto;
- Achada Tenda;
- Achada Tomás;

## **2.4-ASPECTOS GEOLÓGICOS<sup>8</sup>**

A geologia do concelho de Tarrafal tem características semelhantes à da geologia de Santiago, com predominância de rochas basálticas subaéreos e submarinas, destacam-se os afloramentos que permitem a implantação de furos de grande produtividade, principalmente quando o aquífero for mantos basálticos submarinos (Pillow lavas) como é o exemplo o furo FT-29, situado na Ribeira Grande Chão Bom que desde 1974 tem mantido a exploração até ao presente, com um caudal médio de 35m<sup>3</sup>/h com a duração de 12 a 20 horas por dia, sem quaisquer indícios de salinidade embora se localize perto do mar.

Neste concelho estão bem representados rochas traqui-fonolíticos, Monte Graciosa; também se nota a presença de rochas sedimentares com especial incidência para os afloramentos de calcarenitos e areias.

Nas ribeiras observam-se aluviões e, na parte terminal, areias e cascalheiras da praia.

### **Sequência Estratigráfica**

As formações geológicas no concelho do Tarrafal estão esquematizados da mais antiga (1) a mais recente (6) segundo o quadro abaixo:

## **6- FORMAÇÃO SEDIMENTARES RECENTES**

Apresenta duas fácies:

-fície terrestre, constituída por aluviões dunas, depósitos de vertente e de enxurrada. A fácies marinha constituída por areias e cascalheiras da praia. Ambos, pertencentes a Era Quaternária.

## **5- FORMAÇÃO DO MONTE DAS VACAS (MV)**

Apresenta apenas a fácies terrestre com cones de piroclastos e pequenos derrames associados – Era Quaternário

## **4-FORMAÇÃO DO COMPLEXO ERUPTIVO DO PICO DE ANTÓNIA (PA)**

Constituída com duas fácies:

---

<sup>8</sup> SERRALHEIRO, António – A Geologia da ilha de Santiago (Cabo Verde) – Lisboa, 1976.

- A fácies terrestre formada por piroclastos e escoadas intercaladas, mantos e alguns níveis de piroclastos, tufo brecha (TB), fonolíticos, traquitos e rochas afins, séries espessos, essencialmente de mantos e alguns níveis de piroclastos intercalados.
- Fácies marinha – formada por mantos submarinos inferiores – Mio-Pliocénico.

### **3-FORMAÇÃO DOS ÓRGÃOS (CB)**

Apresenta duas fácies:

- A facie terrestre formada por depósitos de conglomerados brechóides;
- A facie marinha, constituída por calcarenitos fossilíferos – Miocénico;

### **2- FORMAÇÃO DOS FLAMENFOS (λρ)**

Apresenta apenas uma fácies marinha, formada por mantos basálticos, brechas e piroclastos – Miocénico.

### **1- FORMAÇÃO DO COMPLEXO ERUPITIVO INTERNO ANTIGO (CA)**

Possui apenas a fácies terrestre constituída por filões de ancaratritos, limburgitos, filões e chaminés de fonólitos e rochas afins, gabros alcalinos olivínicos, brechas intra vulcânicos e carbonatitos, sienitos e rochas afins – Anti – Miocénico.

## **2.5 - ASPECTOS HIDROGEOLOGICOS<sup>7</sup>**

### **2.5.1 Considerações gerais**

A Hidrogeologia é a parte da hidrologia que tem por finalidade o estudo do armazenamento e distribuição das águas terrestres da zona saturada das formações geológicas: as rochas porosas e as fissuradas.

Constitui um vasto campo da acção geológica e de outras ciências complementares, a hidrogeoquímica, a geomorfologia, a física, etc.

As águas utilizadas para as diferentes actividades humanas na sua maioria são subterrâneas, captadas através de poços, furos e galerias. O comportamento hidrogeológico é diferente nessas duas rochas acima mencionadas.

---

<sup>7</sup> MOTA GOMES, Alberto da – A Hidrogeologia de Santiago – Praia, 1980.



Nas rochas porosas os poros apresentam-se interconetados, estabelecendo uma rede contínua de vazios por onde circulam a água, enquanto que nas rochas fissuradas o escoamento das águas faz-se de uma forma descontínua e com trajectórias muitas vezes irregulares, devido a disposição das fendas.

No que concerne a capacidade de armazenamento, as porosas normalmente armazenam maior quantidade de água que as rochas fissuradas. Elas permitem a entrada e circulação das águas da chuva através das fissuras. Neste sentido fazem parte destas rochas as formações vulcânicas do arquipélago de Cabo Verde.

Os recursos hídricos utilizados no concelho do Tarrafal, a semelhança do que acontece em toda a ilha de Santiago, provêm das águas subterrâneas que são alimentadas pelas precipitações que caem na época chuvosa, embora de uma forma irregular.

Das precipitações que caem 67% evapora-se, 20% escoam-se através do escoamento superficial atingindo o oceano e 17% infiltra-se através de fracturas acumulando no aquífero principal.

Os recursos hídricos subterrâneos são pouco aproveitados, só uma pequena parte é explorável enquanto que os recursos hídricos superficiais uma grande parte perde-se para o mar, não são exploradas devido a falta de dispositivos de captação e de armazenamento.

De acordo com as características das formações geológicas, inventários de pontos de água, sondagens mecânicas e ensaios de bombagem foi possível estabelecer as seguintes unidades hidrogeológicas:

### **1- Unidade de Base**

Constituída por Complexo Eruptivo Interno Antigo (CA), a Formação dos Flamengos ( $\lambda\rho$ ) e a formação dos Órgãos (CB).

Essas formações possuem uma alta compacidade, baixa permeabilidade, relativamente às formações geológicas mais recentes.

É de frisar que essas formações devido a fraca permeabilidade podem ser agrupadas sob o ponto de vista hidrogeológico, com a designação de unidade de base.

### **2-Unidade Intermediária**

Constituída pela formação de Complexo Eruptivo do Pico da Antónia (PA) e da Assomada (A).

O Complexo Eruptivo do Pico da Antónia (PA), formado essencialmente, por mantos basálticos subaéreos com intercalações de piroclastos e mantos basálticos submarinos. Apresenta uma facturação vertical, porosidade e permeabilidade superiores às da formação de base. É a formação mais espessa e extensa da ilha, constituindo o principal aquífero.

A formação de Assomada constituída pelas por mantos basálticos subaéreos e piroclastos intercalados

### **3-Unidade Recente**

Constituída pela formação do Monte das Vacas (MV), formada por cones de piroclastos basálticos (tufos, bagacina, bombas e escórias) e derrames associados. Esta formação apresenta alto grau de porosidade e permeabilidade, constitui uma zona privilegiada de infiltração em direcção ao aquífero principal. No entanto, devido a essas características esta formação não permite a retenção da água.

### III- ENQUADRAMENTO HIDROGEOLÓGICO

#### 3.1- Água Subterrânea e Ciclo Hidrológico

A água subterrânea não é nada mais do que a água filtrada no subsolo, presente nos espaços intergranulares dos solos ou nas fracturas das rochas.

A água dos oceanos, rios e lagos, que se encontra em contacto directo com a atmosfera, através da energia solar, passa para a atmosfera sob a forma de vapor de água. Inicia-se assim o **ciclo hidrológico**. Este processo baseia-se na circulação e passagem da água por vários estados. O ciclo hidrológico pode ser descrito pelas seguintes etapas:

- Através da energia solar a água dos oceanos, rios, lagos, etc. evapora-se, passando para a atmosfera sob a forma de vapor de água. Alguma da água que existe na atmosfera resulta da evapotranspiração, que é, o resultado da água que se evapora directamente dos solos mais o resultado do metabolismo das plantas (respiração e transpiração), no qual elas libertam vapor de água para a atmosfera.
- A água volta à superfície terrestre sob a forma de chuva, neve ou orvalho.
- Parte desta água, penetra nos solos, humedecendo e infiltrando-se na terra, uma outra parte escorre sobre a superfície, indo para os rios, lagos ou directamente para o mar, onde irá reiniciar o processo.
- A parte da água que se infiltra e que não foi sujeita à evapotranspiração, vai deslizando para baixo da zona das raízes das plantas indo para o reservatório das águas subterrâneas. Parte desta água pode ficar aqui armazenada ou pode deslocar-se, possibilitando o escoamento subterrâneo.
- Tanto o escoamento subterrâneo como o escoamento superficial vão alimentar os rios, lagos e oceanos, dando origem ao recomeço do ciclo.

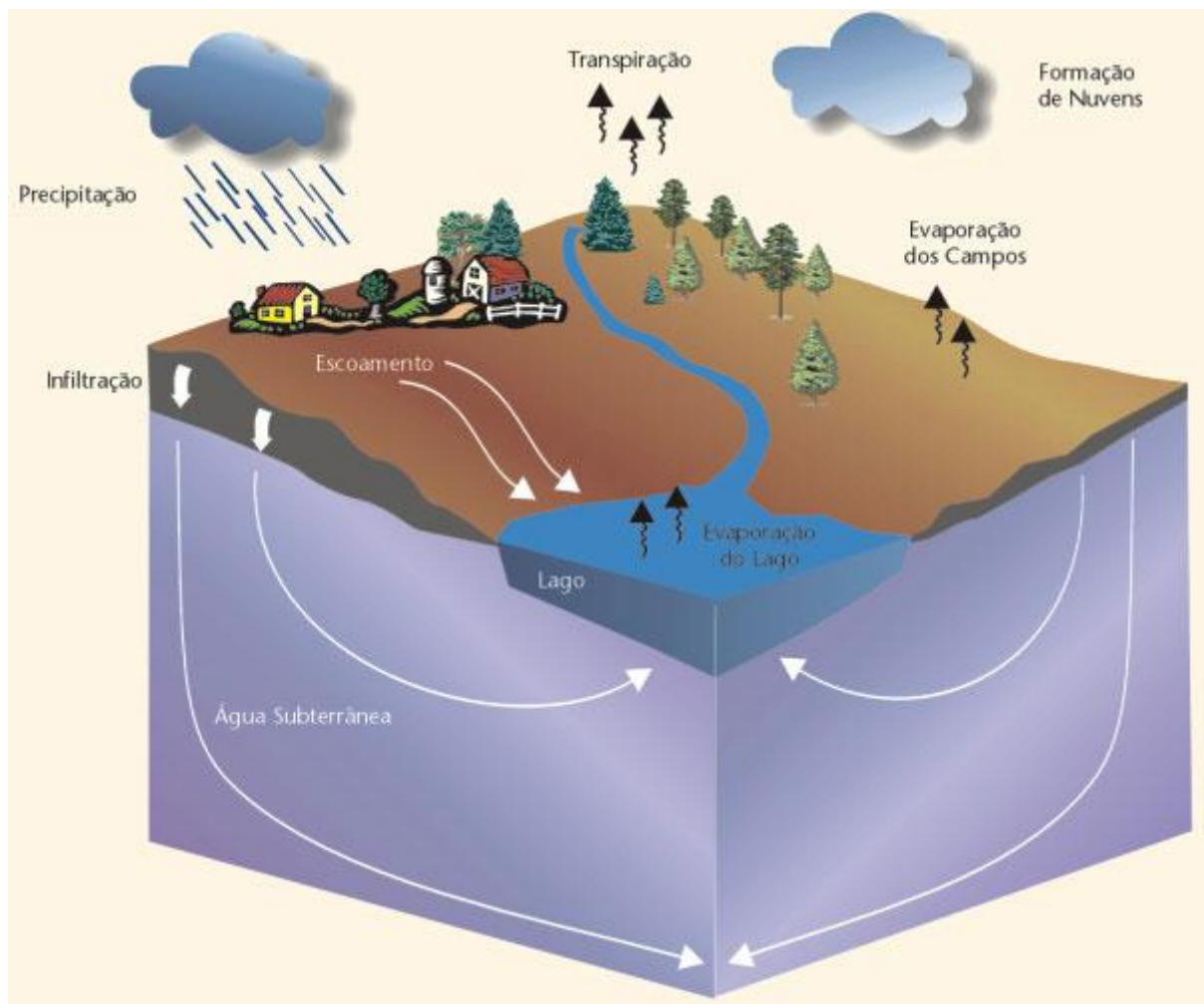


Figura nº 3.1.1 Ciclo da água

Fonte: [www. Ciclo da água. br](http://www.Ciclo-da-água.br)

### 3.2 Influência do ciclo hidrológico na qualidade da água

A água é um excelente solvente, por isso não existe na natureza no estado puro. Cerca de 80% da superfície terrestre é coberta de água, mas somente 1% dessa quantidade tem condições para ser utilizada no consumo humano; outra parte constitui os mares e oceanos e, a outra parte, está retida nos glaciares.

Quando a água se precipita sob forma da chuva, as suas gotas dissolvem os gases da atmosfera e transportam poeiras. O retirar o gás carbônico presente na atmosfera, a água acidifica-se, aumentando ainda mais a sua acção solvente. Ao atingir a terra, uma parte dessa água corre sobre a superfície, outra parte infiltra-se no terreno e outra evapora-se. A água que corre sobre a superfície dissolve, em maior ou menor extensão conforme o tempo de contacto e o grau de solubilidade, sais presentes nos minerais que se encontra

no seu caminho, como é o caso dos carbonatos de cálcio e magnésio (calcários). Esses sais minerais são transformados em bicarbonatos pela acção do dióxido de carbono da água que passam a ser solúveis.

A água também acidifica quando entra em contacto com matérias orgânicas em decomposição, origem vegetal as quais libertam gás carbónico, além do gás amoníaco e sulfídrico. Posteriormente este é transformado em sulfitos e sulfatos e o amoníaco em nitritos e nitratos.

A matéria orgânica em decomposição liberta também substâncias orgânicas coloridas que são dissolvidas pela água e que dão a cor, o ferro e o manganês podem também estar associados a essas substâncias orgânicas ocasionando a cor.

A velocidade com que a água caminha sobre a superfície, transporta materiais suspensos. Estes conferem a água a turvação.

Nos cursos das águas também existe uma grande variedade de organismos como algas, protozoários, que podem conferir o sabor, a cor e o cheiro.

A parte da água da chuva que infiltra é isenta de turvação, mais a acção solvente da água faz com que os sais minerais como os carbonatos, compostos de ferro e manganês serem dissolvidos pela água.

As águas residuais são um outro factor que influencia na quantidade de matérias que uma água pode conter, pois elas podem conter uma enorme quantidade de bactérias patogénicas, ou não, quando provindas de esgotos domésticos e uma grande variedade de produtos químicos provenientes de resíduos industriais. Este factor actua tanto nas águas superficiais como sobre as subterrâneas principalmente no lençol freático.

### **3.3- Vulnerabilidade dos sistemas aquíferos**

As águas subterrâneas são abundantes e vulneráveis a contaminação. Algumas de suas feições tornam um recurso útil e frágil. A forma como a água subterrânea se movimenta sob a superfície da terra torna-a aparentemente segura, pois ela mantém-se permanentemente sob o risco de ser contaminada pela exploração excessiva dos pontos de água, resíduos urbanos depositados pelo homem na superfície e pela apanha de areia. A vulnerabilidade das águas subterrâneas a intrusão salina é a sensibilidade da qualidade das águas subterrâneas no litoral, a uma extracção imposta das águas subterrâneas ou uma subida do nível do mar ou ambos, apenas das características intrínsecas do aquífero.

### **3.4- Potenciais focos de contaminação**

A poluição das águas pode ser gerada pela apanha de areia de forma exagerada nalgumas praias do concelho, detergentes, desinfectantes, que são descarregados nos esgotos, lixo e detritos que são jogados nas ruas, restos de animais mortos.

Vazamentos a partir de tanques de armazenamento de produtos químicos e combustíveis podem com facilidade atingir a água subterrânea, mesmo que sua exploração seja feita distante das fontes de contaminação.

### **3.5 -Sistema de abastecimento de água**

No concelho a distribuição da água para consumo faz-se de acordo com o Serviço Autónomo de Água e Saneamento, sob a forma de ligações domiciliárias, auto-tanque, chafarizes, poços, redes domiciliárias e normalmente são mais sustentáveis do ponto de vista económico.

A água extraída do furo, é colocada no reservatório onde vai ser tratada com hipoclorito ( $1\text{g/m}^3$ ); essa quantidade depende da capacidade do reservatório e após a colocação tem de esperar 30 minutos de forma a permitir a dissolução total, para poder fazer a medição do cloro, só depois a destruição para as redes domiciliárias.

A procura da água para o consumo tem aumentado consideravelmente nos últimos anos. No que concerne a distribuição feita pelo auto – tanque, o abastecimento é feito directamente do furo para o camião, onde será feito o tratamento e, depois, transportada para o domicílio.

Por todas as localidades foram construídas as infra-estruturas de armazenamento e distribuição da água onde existe carência dessas infra-estruturas. A quantidade de água mobilizada é ainda insuficiente para suprir todas as necessidades da população tanto no consumo doméstico como para a agricultura. Nas localidades de Achada do Meio, Figueira Moita, Curral Velho, Pedra Comprida e Achada Longueira o abastecimento de água é feito através de auto tanques e nas localidades de Achada Lagoa devido a inexistência de estradas toda a população abastece a partir da água de nascente. Em muitas localidades aproveitam a água das chuvas que vai servir para satisfazer as suas necessidades.

Tabela 3.5.1. – Abastecimento de água por agregado familiar

Agregados Familiares	Modo de Abastecimento de Água								
	Água Canalizada	Auto-Tanque	Chafariz	Cisterna	Poço	Nascente	Levadão	Outro	N R
3.878	876	192	2186	312	29	129	7	102	42
100%	22.6%	5%	56.2%	8%	0,75%	3.39%	0.10%	2.7%	1%

Fonte: Censo 2000 RGPH, INE

### 3.5.1 Importância do abastecimento de água

Deve ser encarada sobre três aspectos: Económico, Sanitários e Ecológico

#### Aspecto económico

A importância do abastecimento de água traduz-se:

- Num aumento sensível do numero de horas de trabalho, pois á uma diminuição da mortalidade geral, um aumento de vida media da população e a redução do número de horas perdidas com diversas doenças.
- No desenvolvimento industrial, conduzindo ao progresso material, á elevação do padrão de vida da comunidade. Ressalta-se, entretanto, que os efeitos benéficos causados pela implantação ou melhoria dos sistemas de abastecimento de água acentuam-se bastante com a execução de outros serviços, todos eles ligados ao saneamento do meio, ou seja, esgotos, lixos, controlo de roedores etc.

Deve-se levar em conta que a implantação ou melhoria dos sistemas de abastecimento de água e esgotos acarreta indirectamente a diminuição da incidência de uma série de doenças relacionadas com a água.

### **Aspecto sanitário**

O abastecimento de água tem influência decisiva sobre o controlo e prevenção de doenças, sobre as praticas que conduzem ao melhoramento da saúde e estabelecimento de meios que tem importância na melhoria do conforto e da segurança colectiva:

- Hábitos higiénicos pessoais e domésticos;
- Serviços de limpeza publica;
- Equipamentos para combater a incêndios;
- Práticas desportivas e recreativas;
- Instalação de acondicionamento de ar etc.

### **Aspecto ecológico**

A água como um recurso natural tem um papel fundamental na prevenção do equilíbrio ecológico a fauna e a flora. A conservação da água só é possível através de uma gestão equilibrada e uma boa planificação a ser feita no quadro das bacias hidrográficas.

### **3.5.2 Abastecimento da água no meio rural**

Nas zonas rurais, todas as necessidades de água destinada ao consumo humano pode ser satisfeita através de: águas de fontes, armazenamento de água da chuva

O abastecimento de água no meio urbano é normalmente feito utilizando redes domiciliaries. Esta solução inclui a construção de reservatórios de distribuição que alimentam directamente as redes. Nas zonas urbanas de C. Verde embora a distribuição seja feita na maior parte dos casos das redes domiciliários, existem em muitos casos a combinação destas com a solução de carácter individual (fontanários e complexos sanitários).

Nos últimos anos, devido à diminuição de recursos hídricos, tem havido um aumento da utilização do sistema de dessalinização da água do mar (S. Vicente, Sal, Boavista, e mais recentemente Santiago/Praia).



## **IV – HIDROGEOQUÍMICA**

### **4.1- Amostragem e métodos analíticos**

O trabalho que apresentamos desenvolve-se no concelho de Tarrafal, muito sensível às actividades antropogénicas, já que se trata de uma zona onde as rochas são vulcânicas, com uma diminuta cobertura do solo, permitindo a infiltração directa para o aquífero sem que os poluentes sejam filtrados, decompostos ou retidos pelas camadas de solo que usualmente protegem os aquíferos.

Em Setembro de 2006 foram realizadas oito (8) apanhas de amostras com o objectivo de se analisar e apresentar os resultados. A selecção dos pontos de amostragem obedeceu os seguintes critérios:

Escolha dos pontos de água, recolha de amostras, análise laboratorial., com a finalidade de caracterizar quimicamente as águas amostradas e avaliar o seu grau de contaminação. Foram analisados alguns aniões e catiões ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , e  $\text{F}^-$ ). Os resultados obtidos apontam para a possibilidade de efectuar uma classificação em grupos de amostras e verifica a generalização da contaminação do aquífero para o consumo humano e para rega, embora se detectem áreas de agravamento e áreas relativamente protegidas.

## **4.2 QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO**

### **4.2.1 Normas de qualidade da água do consumo humano**

Em Cabo Verde as recomendações seguidas têm por base as determinadas pela Organização Mundial de Saúde (OMS) através das orientações internacionais da água para o consumo humano em que todos os países têm por obrigação a determinação das normas de qualidade de água.

.

Foram estabelecidas normas através do Decreto-lei nº8/2004, de 23 de Fevereiro de 2004, B: ° nº 6, 1ª Série aprovado pelo concelho de Ministros na qual foram estabelecidos os critérios e as normas de qualidade da água para o consumo humano. O decreto-lei ainda regista que a qualidade da água subterrânea que se destina á produção de água para consumo humano é definida em função das características físicas, químicas e microbiológicas. Essas águas devem ser agradáveis ao paladar e não podem

causar a deteriorização nem a destruição das diversas partes dos sistemas de abastecimento.

A água para o consumo humano deve ter certas características que a definem como água potável, isto é, uma água que pode ser consumida sem risco para a saúde, que apresenta um sabor e aspecto agradáveis, que coze bem os alimentos e que serve para usos domésticos.

O conceito de qualidade de água está relacionado com a natureza e os teores das impurezas presentes. Estas impurezas é que lhe conferem as suas características.

A qualidade de água pode ser definida como sendo a sua adequação para o consumo humano. Adequação essa que é determinado pela composição geral da água, depende de muitos e vários factores constituintes que nelas encontram, qualquer um destes constituintes, quando medido e controlado, torna-se num parâmetro ou indicador da sua qualidade.

A medição dos parâmetros da qualidade de água baseia nos valores recomendados ou indicativos que garantem o aspecto estético da água e excluem todo o risco á saúde do consumidor.

#### **4.2.2 Parâmetros de qualidade da água**

Os parâmetros que permitem caracterizar a qualidade da água potável são os físicos, químicos e bacteriológicos. Esses parâmetros indicam impurezas quando ultrapassam os valores recomendados para determinado uso.

##### **Características Físicas e Organolépticos**

###### **1-Cor**

A água pura é ausente da cor.

A presença de substâncias dissolvidas ou em suspensão altera a cor da água, dependendo da quantidade e da natureza do material presente.

###### **Utiliza-se o termo cor quando:**

- A cor da água cuja turvação for removida denomina-se cor verdadeira;
- A cor devido a substancias em solução, mas também a cor devida a matéria em suspensão.

###### **2-Turvação**

A água potável não deve ser turva.

A turvação da água é originada pela presença da matéria em suspensão que provoca a dispersão e a absorção da luz dando a água uma aparência nebulosa esteticamente indesejável e potencialmente perigosa.

A maior parte da turvação das águas superficiais resulta da erosão de argila, rochas e óxidos metálicos provenientes do solo.

O material coloidal associado com a turvação fornece local de absorção para substâncias químicas que podem ser tóxicas ou produzir cheiros e odores desagradáveis e para os organismos biológicos que podem ser perigosos.

A sua desinfecção é difícil uma vez que devidas às características de absorção de alguns colóides, eles servem de escudo aos microrganismos a matar. Em cursos de água naturais a turvação pode resultar numa cor acastanhada, ou outra dependendo das características de absorção da luz pelos sólidos presentes e pode interferir com a penetração da luz pelos sólidos presentes e com as reacções fotossintéticas nos rios e lagos. A disposição de substâncias causadoras da turbidez resultará em depósitos de sedimentos que afectarão adversamente a fauna e a flora do meio aquático em questão.

### **3- Cheiro**

A água potável deve ser constantemente límpida, sem cheiro e sabor.

O cheiro depende do contacto da substância estimulante com a célula receptora humana apropriada. É reconhecida como um factor de qualidade que afecta a aceitabilidade da água potável ou da comida com ela preparada.

Muitas substâncias químicas orgânicas e inorgânicas contribuem para o cheiro e o sabor da água. Estas substâncias são originadas por descargas de efluentes municipais e industriais, por fontes naturais como a decomposição de matéria vegetal ou por actividade microbiana associada, e por desinfectante ou seus produtos.

### **4-Temperatura**

A temperatura da água está ligada á temperatura do ambiente circundante. A temperatura é um parâmetro que influencia todos os aspectos relacionados com a produção da água potável tais como: o pH, condutividade eléctrica, e a presença de gases dissolvidos.

#### **Aspectos físicos, químicos e microbiológicos mais relevantes:**

O aumento da temperatura diminui o sabor da água e aumenta o cheiro, faz variar o pH óptimo de coagulação, influenciando a eficácia da mesma, indirectamente, a turvação e a cor.

O abaixamento da temperatura aumenta a velocidade a viscosidade da água, provocando diminuições nas velocidades de sedimentação e filtração logo, indirectamente, a diminuição de eficácia na eliminação da cor e da turvação.

A temperatura condiciona a sobrevivência e o crescimento dos organismos, sendo a desinfecção favorecida por temperatura na gama dos 20 a 25° C, não só porque a eficácia da operação é elevada mas também porque o grau de sobrevivência dos organismos, nomeadamente bactérias e vírus, é mais baixo aquelas temperaturas

### **5-A condutividade eléctrica**

A condutividade mede a capacidade que uma solução tem para transmitir uma corrente eléctrica e depende da temperatura e da concentração total de substâncias iónicas dissolvidas.

Esta medida dá uma indicação do conteúdo salino da água, e é comparável á medição do teor em sólidos dissolvidos.

Essa capacidade depende da presença de iões, da sua concentração, mobilidade e valência e da temperatura de medição.

A condutividade eléctrica é importante porque permite detectar a filtração da água do mar no lençol freático, de água destinada ao consumo humano como também o efeito de corrosão numa água.

### **Características químicas**

As análises químicas da água determinam de modo mais preciso e explicito as características da água e assim são mais vantajosos para se apreciar as propriedades de uma amostra.

São de grande importância, tanto do ponto de vista sanitário como económico. Algumas análises como a determinação de cloretos, nitratos e de nitritos, bem como o teor de oxigénio dissolvidos, permitem avaliar o grau de poluição de uma fonte de água.

As características químicas são determinadas por meio de análises, seguindo métodos adequados e padronizados. Os resultados são dados de um modo geral em concentração e substâncias ou equivalente em mg/L.

### **pH**

O pH traduz o comportamento ácido, básico ou neutro de uma solução Exprime a concentração em iões de hidrogénio e iões OH<sup>-</sup>.

De uma forma geral, águas de pH baixo tendem a ser corrosivas ou agressivas a certos metais como o zinco e o alumínio e, com menor probabilidade, o aço, como também as paredes e superfícies de cimento amianto.

Porém, o pH da água natural não atinge geralmente, os valores necessários para haver corrosão alcalina. Enquanto que água de alto pH tende a formar incrustações.

Embora o pH não seja um parâmetro que directamente determina efeitos negativos na qualidade da água, a sua relação influencia nos outros parâmetros defini-o como fundamental na apreciação da qualidade da água.

### **Alcalinidade**

A alcalinidade é devida a presença de bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ), carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) ou hidróxidos ( $\text{OH}$ ). Com maior frequência a alcalinidade das águas é devida a bicarbonatos produzidos pela acção da água sobre as rochas calcárias. Expressa em  $\text{mg/L CaCO}_3$ .

É uma das determinações mais importantes no controlo da água, estando relacionada com a coagulação, redução da dureza e prevenção da corrosão nas canalizações de ferro fundido da rede de distribuição.

A quantidade de um ácido adicionado até atingir determinado valor pH, mede a alcalinidade existente na amostra de água.

### **Dureza**

A dureza é uma característica conferida á água pela presença de alguns iões metálicos, principalmente os de cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) e, em menor grau, os iões ferros ( $\text{Fe}^{2+}$ ) e do estrôncio ( $\text{S}^{2+}$ ).

A dureza é reconhecida pela sua propriedade de impedir a formação de espuma como sabão.

Pelos iões metálicos distingue-se a dureza do cálcio e do magnésio e pelos iões associados com iões metálicos a dureza é classificada em dureza de carbonatos e bicarbonatos.

#### **Classificação das águas em termos do grau de dureza:**

- Moles \_\_\_\_\_ dureza inferior a 50  $\text{mg/L de CaCO}_3$
- Dureza moderada \_\_\_\_\_ dureza 50 a 150  $\text{mg/L de CaCO}_3$
- Duras \_\_\_\_\_ dureza entre 150 a 300  $\text{mg/L de CaCO}_3$
- Muito duras \_\_\_\_\_ dureza superior a 300  $\text{mg/L de CaCO}_3$

### **Ferro e manganês**

O ferro muito das vezes associado ao manganês, confere a água um sabor amargo adstringente e coloração amarelada e turva, decorrente da precipitação do mesmo quando oxidado. É facilmente removido da água com um tratamento adequado.

É dotado o limite de 0,3mg/L para a concentração de ferro, juntamente com manganês nas águas, sugerindo-se concentrações inferiores a 0,1mg/L. Essa limitação entretanto é feita devido a razões estéticas, pois águas contendo sais de ferro causam nódoas nas roupas e objectos de porcelanas. Em concentrações superiores a 0,5mg/L causa gosto nas águas. É altamente prejudicial nas águas utilizadas por lavandarias e indústrias de bebidas gaseificadas.

O manganês é semelhante ao ferro, porém menos comum, e a sua coloração característica a “marrom”.

### **Cloretos, Sulfatos e Sólidos totais**

Variações de teor de cloretos em águas naturais devem ser investigadas, pois é indicação de provável poluição.

Os iões sulfatos quando presentes na água, dependendo da concentração além de outras propriedades laxativas mais acentuadas, que outros sais, associado a ião de cálcio e magnésio, promove dureza permanente e pode ser um indicador de poluição de uma das fases da decomposição da matéria orgânica, no ciclo do enxofre.

Recomenda-se que o teor de sólidos totais dissolvidos seja menor que 500mg/L com um limite máximo aceitável de 1.000mg/L.

### **Compostos de Azoto**

Principais compostos de azoto existentes na água: Nitratos, Nitritos e Amónia.

Os compostos de azotos na água tem a sua origem nomeadamente na decomposição de matérias vegetais e animais, nas descargas de efluentes domésticos, na percolação devido ao espalhamento de lamas no terreno e na descarga directa de efluentes indústrias.

Porém, a forma em que o azoto se apresenta dá uma informação mais correcta sobre a qualidade sanitária da água.

Situações em que o azoto se apresenta em maior concentração em nitratos significam que se, houver poluição, o seu efeito já é irrelevante.

A ocorrência de azoto em maior concentração sob a forma de nitratos, significa forte possibilidade de contaminação recente.

### **Fosfatos**

Os fosfatos nomeadamente os ortofosfatos e os polifosfatos representam a forma mais usual em que o fósforo inorgânico se encontra disponível na natureza.

O fósforo forma, com o azoto, o grupo dos elementos nutrientes indispensável na natureza e a qualquer desenvolvimento biológico. As concentrações em que os mesmos se encontram na natureza são relativamente pequenas, razão pela qual são elementos limitativos do crescimento biológico das águas superficiais.

O valor considerado crítico é de 10µg/L.

### **Oxigénio dissolvido**

O oxigénio tem um papel importante sob o aspecto químico nas reacções de oxidação do ferro, magnésio, cobre, enxofre e azoto, e sob o aspecto biológico por ser um elemento fundamental em todos os processos de metabolismo aeróbico.

Devido a baixa solubilidade de 9.1 mg/L á 20° C a quantidade de oxigénio que a água pode conter é pequena.

As águas superficiais relativamente límpidas, apresentam-se saturadas de oxigénio dissolvido, no entanto, este pode ser rapidamente consumido pela demanda de oxigénio de esgotos domésticos.

Um factor significativo considerado na prevenção da corrosão de metais ferrosos é a presença de oxigénio na água, juntamente com o dióxido de carbono

### **Características Biológicas das águas**

Consiste em detectar na água a presença de microrganismos patogénicos que permite avaliar a contaminação e a qualidade higiénica da água.

Entre as impurezas nas águas incluem-se os organismos presentes que, conforme sua natureza, tem grande significado para os sistemas de abastecimentos de água. Alguns desses organismos, como certas bactérias, vírus e protozoários, são patogénicos, podendo provocar doenças e ser a causa de epidemias. Outros organismos, como algumas algas, são responsáveis pela ocorrência de sabor e odor desagradáveis, ou por distúrbios em filtros e outras partes do sistema de abastecimento. As características

biológicas das águas são determinadas através de exames bacteriológicos e hidrobiológicas.

### **1-Contagem do número total de bactérias**

Por meio de processo e técnicas adequadas, conta-se o número total de bactérias existentes, obtendo-se o resultado em número de bactérias por centímetro cúbico, ou mililitro da amostra de água.:

- Um número elevado de bactérias não é obrigatoriamente indicativo de poluição;
- Variações bruscas nos resultados dos exames podem ser interpretada como poluição;
- Águas pouco poluídas geralmente apresentam resultados expressos por números baixos. A contagem de número total de bactérias é de menor interesse que a pesquisa de coliformes.

### **2-Pesquisas de coliformes**

Os coliformes são bactérias que normalmente habitam nos homens. A sua presença indica a possibilidade de contaminação da água por esgotos domésticos. Todavia, nem toda água que contenha coliformes é contaminada e, como tal podem vincular doenças de transmissão hídrica.

O número de coliformes é expresso pelo número mais provável (NMP), representa a quantidade mais provável de coliformes em 100ml de água da amostra.

**Coliformes Totais** – As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. Estão associadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo.

A determinação da concentração dos coliformes é indicador da possibilidade de existência de micro organismos patogénicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide e cólera.

**Coliformes Fecais** são um subgrupo dos coliformes totais. Trata –se de bactérias gram-negativas com a forma de bastonetes, aeróbicas ou anaeróbicas facultativos não esporulados, capazes de crescer a temperatura de 44- 44,5° C em menos de 24 horas, fermentando a lactose com produção de ácido e gás.



### **4.2.3 Trabalhos Práticos**

Os trabalhos práticos decorreram durante o mês de Setembro de 2006, no Laboratório de análise de solos, Água e plantas (LASAP) do Instituto Nacional de Investigação Desenvolvimento Agrário (INIDA) sob a orientação da Engenheira Técnica Agrária Manuela Santos.

A realização deste trabalho prático visa a determinação de alguns parâmetros, físico – químicos das águas subterrâneas em alguns pontos do concelho do Tarrafal.

#### **Técnicas de recolha das amostras de água para análise físico – químico**

A colheita de amostras de água deve ser feita em frascos apropriadas de vidro ou de plástico utilizando o dispositivo apropriado em relação à origem da água a analisar.

A técnica da colheita é variável consoante a origem da água a analisar devendo utilizar sempre frascos de vidro para as determinações do pH e dos caracteres organolépticos. Em qualquer dos casos, a recolha deve ser feita em frascos prévia e cuidadosamente lavados e passados no local (2-3) com água a analisar.

#### **Água de uma torneira dum sistema de canalização**

A amostra da água só deve ser colhida no frasco depois de deixar correr a água da canalização, durante algum tempo, se a canalização for em serviço bastam cinco a dez minutos.

#### **Água de nascente**

A amostra de água deve ser colhida o mais próximo possível da origem directamente para o frasco, de forma a evitar qualquer arejamento durante a operação.

#### **Água da superfície**

Para a colheita da água das lagoas, de albufeiras ou de cursos de água, a amostra deve ser colhida por imersão directa do frasco a cerca de 30cm da superfície num local afastado das margens. A boca do frasco, destapado e no momento da colheita, deve ser dirigida em sentido a corrente e deve evitar-se zonas de estagnação tendo o cuidado em não provocar suspensão de partículas depositadas.

### **Água de poços ou reservatórios não equipados com bomba**

O frasco fixado no dispositivo é aberto por comando a distância somente e depois de ser mergulhado a cerca de meio metro de profundidade e longe das paredes.

### **Constituição das amostras**

A constituição de cada amostra a recolher depende do estudo que se pretende realizar.

Os frascos devem ser enchidos deixando um espaço de ar entre a água e as rolhas de 2-3 cm, excepção, feita ao caso de amostras destinadas à dosagem do pH, do ácido carbónico livre e o oxigénio em solução.

As recolhas das amostras foram feitas em oito (8) pontos de águas em frascos de plásticos em polietileno, neutro, resistentes aos ácidos com capacidade de 1 litro.

No laboratório fez-se a preparação e análise das amostras.

### **Métodos utilizados nas análises físico-químico**

**Electrometria** é uma técnica que se utiliza para a determinação da condutividade, TDS, Salinidade, pH utilizando o condutivímetro.

**Fotometria de absorção molecular** nesta técnica se utiliza o espectrofotómetro de absorção molecular, constituído por átomos no estado fundamental que absorvem a luz emitida pela fonte de radiação pelos átomos no sistema atomizador em comprimento de onda exactamente definidos e com espectrais bem limitados. Utiliza-se para a determinação de nitratos, nitritos, sulfatos e fosfatos.

**Fotometria de chama** baseia-se em espectroscopia atómica. É uma técnica que se utiliza para a determinação do Potássio e Sódio. Nesta técnica as amostra que contém o cálcio e potássio, cationes metálicos é inserida em chama e analisada pela quantidade de radiação emitida pelas espécies atómicas ou iónicas excitadas.

**Turbidimetria** usa – se reacções em que se formam compostos pouco solúveis. Permite avaliar a quantidade de elemento a dosear, existente na solução, a partir da turvação. Esta turvação será comparada com a de uma solução padrão.

**Volumetria** nesta técnica faz-se a medição exacta do volume de titulante, de concentração rigorosamente conhecida que se utiliza para efectuar a reacção.

#### 4.3 CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA

Tabela 4.3.1-: Parâmetros analisados

1. Físicos e organoleptico	Expressão dos resultados	Métodos analíticos de referência
<b>pH</b>	Escala Sorensen	Electrometria
<b>Condutividade</b>	$\mu\text{S/cm}$	Electrometria
<b>Sólidos Totais Dissolvidos (TDS)</b>	mg/l	Electrometria
<b>Salinidade</b>	‰	Electrometria
<b>2. Químicos</b>		
<b>Cálcio</b>	mg/l $\text{Ca}^{2+}$	Volumetria/Titulação com EDTA - indicador Murexida
<b>Dureza</b>		Cálculo a partir dos valores do cálcio e do magnésio
<b>Magnésio</b>	mg/l $\text{Mg}^{2+}$	Volumetria/Titulação com EDTA – comprimidos Tampão indicador
<b>Bicarbonato</b>	mg/l $\text{HCO}_3^-$	Titulação/ Volumetria
<b>Cloretos</b>	mg/l $\text{Cl}^-$	Titulação/Volumetria – Método Mohn
<b>Alcalinidade</b>	Cálculo	Cálculo a partir de $\text{HCO}_3^-$
<b>Nitratos</b>	mg/l $\text{NO}_3^-$	Espectrometria de Absorção molecular
<b>Nitritos</b>	mg/l $\text{NO}_2^-$	Espectrometria de Absorção molecular
<b>Sulfatos</b>	mg/l $\text{SO}_4^{2-}$	Espectrometria de Absorção molecular
<b>Fosfatos</b>	mg/l $\text{PO}_4^{3-}$	Espectrometria de Absorção molecular
<b>Potássio</b>	mg/l $\text{K}^+$	Fotometria da chama
<b>Sódio</b>	mg/l $\text{Na}^+$	Fotometria da chama
<b>Amoníaco</b>	mg/l $\text{NH}_4^+$	Espectrometria de Absorção molecular

**Fonte: INIDA**

#### Principais pontos de água subterrânea no concelho de Tarrafal

No concelho de Tarrafal existe um total de 15 furos, desses só 14 estão a funcionar, 9 são utilizados para abastecimento à população, sob a forma de ligações domiciliárias, através de autotanques e 6 são utilizados para rega tradicional e gota a gota.

**SST – 21** situado na vila é utilizado para o abastecimento da população de Achada Tenda, apresenta salinidade elevada e para reduzir a condutividade existe um

autotanque com capacidade de  $9\text{m}^3$  (faz -se a mistura da água do furo com o que é transportado através de auto-tanque) que é utilizado para diminuir a condutividade.

**SST-30** utilizado para abastecimento, neste momento encontra-se parado.

**FBE-159** também é utilizado para abastecimento á população de Achada Tenda.

**FBE-194** situado na zona de Fazenda apresenta condutividade elevada, a água deste furo é utilizada para rega e satisfazer as necessidades da população. Devido ao abaixamento do caudal e aumento da condutividade fez-se a diminuição do tempo de bombagem trabalha 8 horas, faz uma pausa de 2 horas e vota a trabalhar.

**FBE-122** e **FBE-123** ambas situadas na zona de Achada Moirão, utilizados para abastecimento á população de Achada Moirão, Biscainho e Baril, o caudal de exploração é cerca de  $9\text{m}^3/\text{h}$ .

**FBE – 129**, tem pouca exploração, utilizado para abastecimento á população através de 2 auto – tanques que transportam a água para outras localidades, a produtividade é de  $9\text{m}^3/\text{h}$ .

**FBE – 113** caudal de exploração é de  $3\text{m}^3/\text{h}$ .

**FBE-131** utilizado para abastecimento e rega gota a gota, o caudal de exploração é de  $8\text{m}^3/\text{h}$ .

**SST-4** abastecimento á população de Chão Bom, no momento produz  $23\text{m}^3/\text{h}$ , anteriormente produzia  $30\text{m}^3/\text{h}$ , porque está equipada com uma bomba de menor capacidade.

**FBE-150** abastece os chafarizes.

**FBE-153** situado na zona de Porto Formoso, a água desse furo é utilizado para rega.

**SST-10** anteriormente era piezómetro, mas há pouco tempo foi equipado, passou a funcionar como furo de exploração. Neste momento encontra-se parado.

A água dos furos **FBE-151**, **FBE – 173** e **FT – 29** é utilizado para rega.

#### **4.3.1 Avaliação da qualidade da água subterrânea**

A água cristalina e límpida é realmente uma solução com vários minerais e produtos químicos, ou mesmo uma solução com milhares de microrganismos, isto é, organismos pequenos que apenas podem ser vistos com o auxílio de um microscópio.

A qualidade da água está relacionada com o tipo e a quantidade de impurezas nela contidas, impurezas estas que conferem as suas características.

A água quimicamente pura, é praticamente desprovida de sais, é desagradável ao paladar e não tem boas qualidades de digestibilidade. A presença de algumas substâncias minerais em solução é indispensável para dar à água não só características agradáveis de sabor, a que a população está habituada, como evitar pequenas perturbações no organismo de certas pessoas, antes de se habituarem ao seu uso.

A qualidade das águas subterrâneas depende de numerosos factores tais como:

- Tipo de rochas atravessadas;
- Produtos de alteração das rochas atravessadas;
- Tempo de residência no subsolo;
- Temperatura;
- Tipo de cobertura vegetal;
- Tipo e quantidade de gases existentes na atmosfera;
- Actividades humanas;

O tipo de rochas atravessadas, o tempo residência no subsolo e os produtos de alteração das rochas atravessadas são factores de natureza essencialmente geológica ou a ela intimamente ligados e os três outros factores são factores que ocorrem à superfície. As actividades humanas, a maior parte das vezes, funcionam no sentido de degradar a qualidade das águas.

É difícil encontrar uma relação directa entre a química de determinada água e cada um destes factores, pois eles não actuam independentemente uns dos outros, mas, a maior parte das vezes, em simultâneo. Assim, é fácil compreender que duas rochas distintas possam originar águas com composições químicas análogas.

O tipo de rochas atravessadas tem maior influência no quimismo de determinada água, uma vez que as águas permanecem muito tempo em contacto directo com as formações

geológicas que atravessam. No entanto, nem sempre se consegue encontrar uma relação directa entre a composição química das rochas e a composição química das águas daí provenientes, pois outros factores desempenham, igualmente, um papel importante na qualidade da água. De uma maneira geral, podemos dizer que as águas captadas em rochas ígneas e rochas metamórficas são águas de muito boa qualidade e que apresentam baixa concentração de sais dissolvidos.

As águas provenientes de formações sedimentares, em geral, são de boa qualidade, mas com uma quantidade de sais dissolvidos relativamente elevada. No caso dos arenitos, a água apresentará uma elevada concentração em sódio. No caso dos calcários apresentarão elevada concentração em calcário e magnésio. Os argilitos poderão produzir águas com teores elevados em ferro e em sulfatos.

Os principais sais de origem inorgânica que podemos encontrar nas águas subterrâneas são:

- **Catiões**

- Cálcio
- Magnésio
- Sódio
- Potássio

- **Aniões**

- Cloreto
- Sulfato
- Hidrogenocarbonato
- Carbonato
- Fluoreto

A presença mais abundante de determinado tipo de catião ou de anião confere a cada água um carácter próprio e permite classificá-la de acordo com essa abundância. Assim podemos ter águas cloretadas (cloreto), bicarbonatadas (hidrogenocarbonato), sódicas (sódio), cálcicas (cálcio), etc.

As águas com teores elevados em sais dissolvidos dizem-se hipersalinas, as águas com teores baixos em sais dissolvidos dizem-se hiposalinas.

Uma das características químicas das águas subterrâneas que importa determinar é a sua dureza, propriedade que diz respeito ao teor de sais de Ca e Mg, particularmente o

teor de carbonatos e sulfatos. A dureza das águas é um parâmetro fundamentalmente condicionado pela natureza das formações atravessadas pelas águas e, em particular, determinada pela presença de calcários.

Relativamente aos factores superficiais, reconhece-se a influência que a vegetação pode exercer no quimismo das águas subterrâneas. Durante o seu metabolismo, as plantas, através das raízes, captam a água e os sais nela dissolvidos para utilizarem na fotossíntese. Desta forma, a água fica empobrecida em determinados sais.

A existência de certos gases na atmosfera, que possam ser arrastados para o solo pela chuva, pode aumentar o teor das águas nos elementos que compõem esses gases. A influência deste factor na qualidade das águas é ainda mal conhecida. No entanto, só tem significado nos países desenvolvidos (regiões fortemente industrializadas), onde a atmosfera se encontre fortemente poluída por gases de origem industrial, os quais podem ser arrastados pelas chuvas para o solo e, deste modo, tornarem-se prejudiciais para a qualidade das águas subterrâneas.

A actividade humana é um dos factores que mais alterações negativas (poluição) podem provocar nas águas subterrâneas.

A preservação da qualidade das águas subterrâneas é importante para o bem-estar das sociedades modernas<sup>9</sup>.

### **Impurezas da água**

A água não existe no estado natural. A água da chuva ao cair, dissolve anidrido carbónico e oxigénio, arrasta poeiras e absorve até fumos e impurezas várias.

À superfície do solo, fica exposta a todo o tipo de poluição. Mesmo a água subterrânea não fica isenta de impurezas. O solo, devido ao seu poder de infiltração, retém parte da poluição, mas por seu lado, a água ao arrastá-lo dissolve também certos compostos químicos nele existente.

Das substâncias estranhas que a água contém, umas são inofensivas ou mesmo benéficas e dão a água para beber as suas características próprias, outras são prejudiciais. A nocividade destas é variável com a qualidade e a quantidade e pode ir ao ponto de causar doenças. Tais substâncias têm origem mineral ou não mineral e orgânica ou não

---

<sup>9</sup> Universidade da Água.htm

inorgânica e encontra-se em suspensão, em solução coloidal ou dissolvidas. Elas podem ser:

Gases como anidrido carbónico, azoto, metano, anidrido sulfúrico;

Sais minerais dissolvidos exemplo: derivados de cálcio, de magnésio, de ferro, de sódio;

Matérias em suspensão exemplo: bactérias, algas, protozoários, fungos e outras matérias.

### **4.3.2 Classificação da qualidade da água**

#### **Qualidade Estética**



A qualidade da água é baseada em aspectos organolépticos, ou seja, aspectos que se correspondem dos órgãos dos sentidos, nomeadamente a aparência, o cheiro e o gosto. É um exame que tem tendência a ser ímpirico e arbitrário, quer nos métodos, quer nas formas de expressão porque o controlo é subjectivo, reflectindo a percepção do individuo que faz o teste, tendo assim uma importância mais subjectiva que higiénica.

#### **Qualidade físico – química**

É caracterizada pelos constituintes químicos da água e seus efeitos nas propriedades físicas das mesmas.

A composição em constituintes químicos é o resultado do terreno atravessado pela água.

Por exemplo:

-  - As componentes inorgânicas como bicarbonatos, sulfatos e cloretos são provenientes de rochas e solos vizinhos;
-  - O cloreto de sódio presente no lençol de água pode ser proveniente da infiltração da água do mar;

A interligação dos aspectos físico-química da qualidade de água é evidente, quando o componente físico-químico se encontra presente numa propriedade organoléptico da água.

Por exemplo a presença de cobre transmite a água uma coloração azul.



Outros constituintes químicos orgânicos e inorgânicos podem apresentar um risco mais grave e directo a saúde. Estes poluentes tóxicos encontram-se geralmente em valores muito baixos da água.

#### **4.3.3 Tratamento e armazenamento de águas de consumo humano**

Considera-se de um modo geral que a água de confiança é aquela que é fornecida pelos sistemas de abastecimento, quer ao domicílio, quer através de fontenários, depois de ser tratada e desinfectada ou aquela que se extrai de poços, nascentes e furos devidamente protegidos.

No que concerne as águas superficiais só deveriam ser utilizados para abastecimento, depois de eliminada qualquer outra possibilidade. Isso é muito perigoso quando se encontram próximas de esgotos, poços absorventes ou latrinas. Deve -se evitar as águas mal cheirosas, coloridas ou poluídas. As águas superficiais devem ser tratadas e desinfectadas, de modo a ficarem límpidas e potáveis.

#### **4.3.4 Águas de consumo humano e águas destinadas à rega**

É considerada uma água de boa qualidade para o consumo humano, aquela cujo valor da condutividade não ultrapassa os  $1500\mu\text{S}/\text{cm}$ , enquanto que para a rega a condutividade é compreendida entre  $750$  e  $2250\mu\text{S}/\text{cm}$  e com valores superiores é impróprio para irrigação. A exploração dos furos para a irrigação tem aumentado nos últimos tempos devido a fraca ocorrência das chuvas, a utilização da rega por alargamento põe em causa a quantidade e qualidade da água subterrânea, como consequência de um aumento de condutividade.

Tabela 4.3.4.1 Qualidade da água destinada á rega

Parâmetros	Expres são dos resulta dos	Valor Máximo Recomenda do (VMR)	Valor Máximo Admissível (VMA)	Observações
Salinidade	µS/cm	1000	3000	Depende muito da resistência das culturas á salinidade bem como do clima, do método de rega e da textura do solo.
Nitratos (No <sub>3</sub> )	mg/l	5,0	30	
Nitratos (No <sub>2</sub> )	mg/l		30	
Sulfato (So <sub>4</sub> )	mg/l	575		
pH	Escala sorens en	6,5 – 8,4	4,5 -9	
Coliformes fecais	/100 ml		1000	
Zinco	mg/l	2	10	Tóxico para diversas culturas numa gama ampla toxicidade reduzida a pH maior que 6 solos textura fina ou solos orgânicos em concentrações.
Vanádio	mg/l	0,1	1	Tóxico para diversas culturas em concentrações relativamente baixas

Fonte: Diário da República –I Série

#### **4.3.5 Desinfecção da água**

É um processo de tratamento que tem como finalidade a eliminação dos germes patogénicos (organismos causadores de doenças que eventualmente se encontram nela). É a intervenção mais importante na melhoria da qualidade biológica da água. Baseia-se na destruição dos organismos patogénicos e obtém-se pela acção dos agentes desinfectantes, que podem ser de vários tipos e que actuam de formas diferentes como:

- A acção física, que se obtém por acção directa da energia como a acção do calor (ebulição, destilação) e dos raios ultravioletas e solares.
- A acção venenosa (para micróbios patogénicos), quando a desinfectante reage dentro da célula ou com a célula, para formar substâncias tóxicas, inibindo a divisão celular e matando o microrganismo como acontece com o desinfectante cloro.

#### **Cloro**

A desinfecção tem por finalidade a distribuição de microrganismos patogénicos presentes na água (bactérias, protozoários e vermes). Apresenta algumas vantagens e desvantagens:

#### **Vantagens**

- É mais barato;
- É facilmente disponível como gás, líquido ou sólido (hipoclorito);
- É fácil de aplicar devido à sua alta solubilidade (7,0g/L a aproximadamente a 20° C)
- É capaz de destruir a maioria dos microrganismos patogénicos;
- Deixa um residual em solução, de concentração facilmente determinável e protege o sistema de distribuição;
- Os seus impactos são preferíveis por não conferirem à água um sabor tão medicinal e por serem mais acessíveis no mercado.

#### **Desvantagens**

- É um gás venenoso e corrosivo, requerendo cuidados no seu manuseamento e pode causar problemas de gosto e odor, particularmente na presença de fenóis.

### **Outros compostos de cloro utilizados na desinfecção**

O hipoclorito de cálcio e o de sódio são usados com frequência em pequenas instalações. Em alguns casos usa-se também o cloreto de cálcio. O hipoclorito de cálcio comercial é um pó branco com cheiro de cloro. Contém entre 25 a 37% em peso de cloro disponível. Quando dissolvido na água, decompõe-se em hipoclorito e cloreto de cálcio.

O hipoclorito de cálcio é facilmente solúvel na água. Contém cerca de 70% em peso, de cloro disponível. O hipoclorito de sódio comercial (substância constituinte da lixívia doméstica) contém 12 a 15% de cloro disponível e é fornecido sempre em solução.

### **Outros processos de desinfecção utilizada**

#### **Desinfecção por fervura**

Ferver a água é uma maneira muito eficaz de destruir praticamente todos os organismos imediata ou potencialmente patogénicos para o homem, sejam bactéria, sob a forma vegetativa e esporulados, ou parasitas.

Para que a água se possa considerar desinfectada, deve manter-se a ferver, durante 5 minutos, contados a partir do momento em que se atinge o ponto de ebulição.

#### **Recorre-se a fervura como forma de desinfectar a água quando:**

Não houver outro modo de actuar, se estiver em jogos pequenas quantidades da água e quando se trata da água destinada ao consumo dos bebés.

### **Técnicas de tratamento de águas**

O tratamento de águas é uma técnica que tem por objectivo reduzir as impurezas prejudiciais e nocivas da água. Tem como finalidade fundamental melhorar a qualidade natural da água sob os seguintes aspectos:

- a) **Sanitário ou higiénico** – eliminação de bactérias, protozoários e outros organismos, substâncias venenosas, teor excessivo de compostos orgânicos;
- b) **Estético** – remoção da cor, sabor, turvação e odor;
- c) **Económico** – redução da corrosividade, dureza, ferro etc.

#### **Outras técnicas de tratamento de água**

### **Arejamento**

O arejamento é útil em determinadas circunstâncias para combater sabores e cheiros, precipitar o ferro e o magnésio e para expulsar o dióxido de carbono da água.

O arejamento aumenta o conteúdo de oxigénio das águas naturais, contribuindo assim para eliminar o gosto insípido da água da chuva e elimina o dióxido de carbono que passa para a atmosfera.

### **Filtração**

A filtração é a técnica que faz com que a água passe através de um filtro que retém as partículas indesejáveis.

A utilização de um filtro funciona bem na redução da turvação, o que faz melhorar a qualidade da água.

Os filtros podem ajudar a evitar as contaminações, uma vez que as partículas que causam a turvação podem conter organismos patogénicos.

Para que a filtração seja completada necessita de uma outra forma de tratamento como a desinfecção por cloro, para garantir a sua eficácia contra a contaminação bacteriana.

### **Sedimentação**

É um processo que permite que a água esteja sem nenhuma perturbação durante um determinado período de tempo, permitindo que as partículas em suspensão na água sedimentam o fundo do recipiente; sofrendo este tratamento, a água fica mais limpa e transparente. Actua com boa eficácia na eliminação de partículas de elevada velocidade de sedimentação, como é o caso das areias e outras partículas em suspensão. A turvação melhora consideravelmente e reduz o número total de bactérias. Os efeitos de sedimentação são maiores quanto maiores forem os períodos de detenção. No entanto, são necessárias análises para se determinar a segurança bacteriológica desta água.

#### **4.4 RISCO DE CONTAMINAÇÃO DOS PRINCIPAIS SISTEMAS AQUÍFEROS**

As águas subterrâneas e as superficiais são partes integrantes do ciclo hidrológico e do meio ambiente. Durante a estação chuvosa, a água flui dos corpos da água superficiais para a água subterrânea, enquanto na seca a direcção do fluxo se inverte.

Problemas ambientais com as águas subterrâneas são comuns, variando quanto ao tipo e grau de gravidade. Podem ser agrupados em duas principais categorias: os causados por contaminação e aqueles causados por super exploração.

- **Poluição**

No concelho do Tarrafal como, quase todas as ilhas de Cabo Verde, a poluição das águas subterrâneas é geralmente difícil de detectar. Na maioria das vezes, a contaminação só é descoberta no momento em que substâncias nocivas aparecem nos reservatórios de água potável, quando a poluição já se espalhou sobre uma grande área. A despoluição da água subterrânea é particularmente demorada e cara. A qualidade da água subterrânea vem declinando muito lentamente, mas com certeza, em todos os lugares. A maior parte dos contaminantes é proveniente dos usos urbanos e da agricultura.

Hoje torna-se evidente que as fontes de poluição da água subterrânea são muito mais disseminadas e relacionadas a uma variedade muito maior de actividades. No concelho, a poluição pode ser atribuída a origens diversas tais como: bombagem excessiva, fertilizantes, pesticidas, drenagens urbanas e poluição das águas superficiais. O único método eficaz de controlo desse tipo de poluição é o manejo inteirado dos usos do solo e da água.

- **Exploração excessiva**

A água subterrânea sempre foi vista como uma fonte inesgotável de abastecimento. Embora seja um recurso renovável, poucos aquíferos podem suportar enormes e indefinidas taxas de extracção como é o caso da maioria dos furos do concelho de Tarrafal. Para assegurar suprimentos de água subterrânea para as gerações futuras,

tem de se fazer o desenvolvimento sustentável, aconselha que a extracção de água de um aquífero nunca deve exceder sua recarga.

Quando a extracção de água subterrânea ultrapassa a recarga natural, por longos períodos de tempo, os aquíferos sofrem rebaixamento e o lençol freático começa a baixar. Nessa situação, os aquíferos costeiros podem sofrer a contaminação por intrusão da água do mar.

Tanto a poluição como a exploração excessiva de água subterrânea podem ter sérias consequências como:

A contaminação ou perda de reservas de água subterrânea pode levar a drásticos racionamentos e medidas de emergências. Cabo Verde é composto por ilhas, os racionamentos podem ser dramáticos, porque a única alternativa poderá vir a ser a dessalinização da água do mar o que acontece na cidade da Praia;

Contaminação de reservas de água potável põe em risco a saúde pública pela exposição de uma série de organismos patogénicos e substâncias cancerígenas, tóxicas;

Prejuízos financeiros, tecnologias existem para localizar, extrair e tratar água contaminada segundo os mais rigorosos padrões de qualidade, assim como para acalmar os problemas.<sup>10</sup>

#### **4.5 INTRUSÃO SALINA**

A condutividade é um factor fundamental na análise química da a água. Um elevado valor de condutividade deve-se a um aumento do teor de sal em água nos aquíferos costeiros. Nas amostras analisadas, alguns pontos de água designadamente FT-29, SST-30 apresentam um elevado valor da condutividade, a principal causa é devido ao um aumento excessivo do tempo de bombagem, a apanha de areias que se faz sentir nalgumas praia do concelho. (figura 5.2.1)

---

<sup>10</sup> ambientebrasil - ambiente águas - nicho águas urbanas (Águas Subterrâneas).htm

De acordo com o trabalho de Emílio Custódio na secção 13, capítulo 13.2 – (exploração de aquíferos costeiro e limitação da intrusão salina, em hidrologia Subterrânea, Tomo 2) existem vários métodos para prevenir ou controlar a intrusão salina, cada um deles com as suas características funcionais e apropriadas para circunstâncias determinadas podendo assim destacar os mais importantes:

- a) Diminuição da bombagem;
- b) Abertura de novos furos (novos centros de bombagem);
- c) Recarga artificial;
- d) Estabelecimento de barreiras físicas;
- e) Barreira hidráulica de injeção;
- f) Depressão de bombagem.

#### **4.6 CONTAMINAÇÃO AGRÍCOLA**

Para o desenvolvimento da agricultura a água é essencial. À medida que avança a agricultura vai -se criando núcleos de população nas zonas de cultivo, e estas requerem também abastecimento de águas para conseguir boas condições de vida. A água tem um papel fundamental na economia, favorecendo o desenvolvimento agrícola e industrial e conseguindo melhores condições de vida, que por sua vez permitem um maior desenvolvimento da população

A água é um poderoso solvente. Ela dissolve algumas porções de quase tudo com o que entra em contacto. A agricultura contamina a água com fertilizantes, insecticidas, fungicidas, herbicidas que podem ser infiltrados no solo, contaminando as águas subterrâneas como também os lençóis freáticos. A água subterrânea também é contaminada por todos estes poluentes que se infiltram no solo, atingindo as fontes que abastecem os poços de água de diversos tipos. Os pesticidas e os fertilizantes usados na agricultura podem atingir as águas subterrâneas e representam risco potencial para sua contaminação.



## V – Resultados e discussão das análises

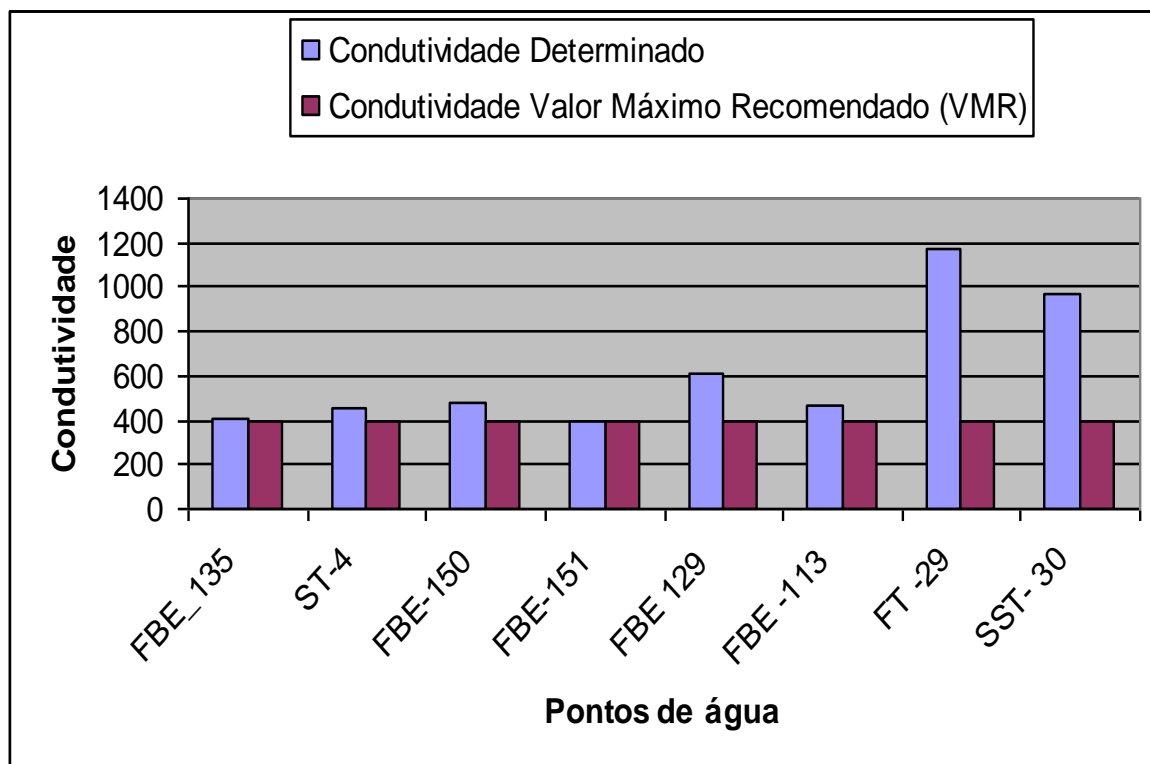
### 5.1 Resultados

Na tabela que se segue estão representados os resultados das análises e os parâmetros físico-químicos feitas em 8 pontos de água.

**Tabela: 5.1.1 Resultado das análises**

Determinações	Valores Recomendados <b>VMR-VMA</b>	Pontos de Amostragem							
		FB E-135	ST-4	FBE-150	FBE-151	FBE-129	FBE-113	FT-29	SST-30
<b>1-Físico e organoleptico</b>									
pH	6,5 a 8,5-9,5	8,1	8,2	8,0	8,1	8,0	8,3	7,9	8,4
Condutividade $\mu\text{S}/\text{cm}$	400-1000	404	450	483	389	614	469	1175	973
TDS	-1000	1945	217	233	188	298	227	579	477
Salinidade ‰		0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,6	0,5
<b>2-Químico</b>									
Cálcio	100	8,0	10,4	13,6	16,8	15,2	8,0	18,4	10,4
Magnésio	30-50	6,3	5,8	2,9	9,7	6,3	7,3	1,4	5,3
Dureza total $\text{mg}/\text{lCaCO}_3$	50-250	45,9	49,8	45,9	81,8	63,8	50	133,9	47,7
Cloreto- $\text{mg}/\text{lCl}^-$	25-250	42,8	42,8	42,8	35,5	42,8	42,8	248,2	163,1
Sódio- $\text{mg}/\text{lNa}^+$	200	59,4	49,5	59,4	49,5	79,2	188,1	148,5	188,1
Sulfato - $\text{mg}/\text{lSO}_4^-$	25-250	9,6	0	0	9,6	4,8	9,6	28,7	28,7
Nitrito $\text{mg}/\text{lNO}_2^-$	- 1,0	0,01	0,18	0	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01
Nitratos $\text{mg}/\text{lNO}_3^-$	25-50	14,7	17,7	20,6	23,6	17,7	14,7	17,7	14,7
Amônia		0,2	0,3	0,1	0	0	0,4	0,8	0,1
Carbonato		0	0	0	0	0	0	0	0
Bicarbonato $\text{mg}/\text{lHCO}_3^-$		317,3	268,5	253,8	207,5	214,8	288,	395,4	305,1
Alcalinidade Total – $\text{mg}/\text{lCaCO}_3^-$		220	208	170	176	236	324	250	260
Sílica – $(\text{SiO}_2) \text{ mg}/\text{l}$		35,3	37,5	34,4	33,1	33,5	33,1	34,4	28,2

Estão representados no gráfico que se segue a comparação dos resultados da condutividade dos pontos de água, com o valor Máximo Recomendado (VMR), segundo as normas da Organização Mundial de Saúde (OMS) para a qualidade da água subterrânea.



**Figura 5.1.1 Perfil da condutividade segundo as amostras analisadas em relação ao Valor Máximo Recomendado (VMR) pela legislação.**

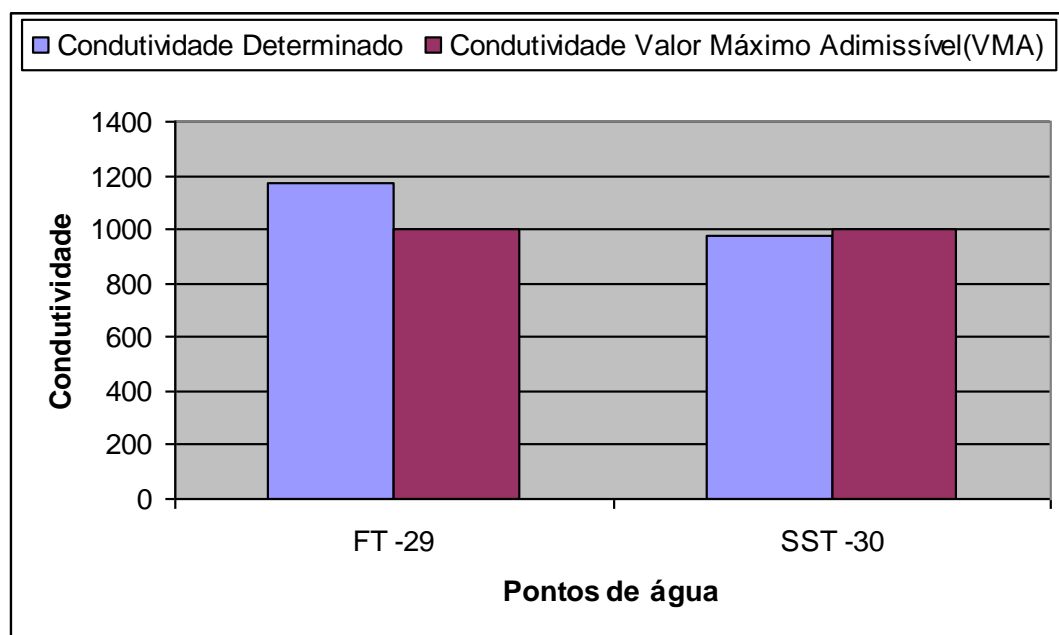
## 5.2 Discussão

Nas oitos amostras analisadas verifica-se que todos os furos apresentam a condutividade superior ao valor máximo recomendado com excepção do furo FBE-135. O furo FT-29 e SST-30 apresentam a condutividade bastante elevada, sendo o FT-29 com a condutividade superior ao valor máximo admissível (figura 5.2.1)

É de salientar que esses dois furos apresentam o teor em cloreto bastante elevado sendo o SST-30 próximo do valor máximo admissível (VMA) também outros furos apresentam parâmetros com teores elevados em sódio como o caso dos furos FBE-113, FT-29 e SST-30.

O elevado valor da condutividade é devido a um aumento do teor em sal nos aquíferos costeiros, como consequência do excesso de bombagem e apanha de areias exagerada nas praias, o que facilitam a entrada da água do mar para o interior dos aquíferos.

O furo FBE-135 apresenta o teor em TDS muito acima do valor máximo admissível



**Figura 5.2.1 Perfil da condutividade em relação ao Valor Máximo Admissível (VMA)**

**Tabela 5.2.1 – Classificação da dureza de água recolhida e analisada**

	Pontos de água							
	FBE-135	ST-4	FBE-150	FBE-151	FBE-129	FBE-113	FT-29	SST-30
<b>Valor de dureza</b>	45,9	49,8	45,9	81,8	63,8	50,0	133,9	47,7
<b>Classificação</b>	Água Mole	Dureza Moderada	Água Mole	Dureza Moderada	Dureza Moderada	Dureza Moderada	Dureza Moderada	Água Mole

De acordo com os resultados da análise da dureza (tabela 5.2.1 – Classificação da dureza de água recolhida e analisada) pode se classificar as amostras da água em: Água Mole e Dureza Moderada.

## **CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Com a realização deste trabalho chegamos a conclusão que as águas subterrâneas do concelho no Tarrafal são de boa qualidade tanto para o consumo humano como também para a rega, tendo em conta as análises feitas nos oitos pontos de água.

Os furos FT-29 e SST-30 apresentam a condutividade bastante elevado devido ao excesso de bombagem, a extracção de inertes no leito das ribeiras e a apanha de areia, contribuindo para a entrada da água do mar como consequência a intrusão salina.

A exploração dos furos é feita de uma forma exagerada, isto é, não cumprindo as recomendações do INGRH ou seja uma exploração média de 12 horas contribuindo não só para o aumento da condutividade como também para o rebaixamento do caudal no aquífero.

A maioria dos pontos de água é utilizada para o abastecimento.

Há uma necessidade de execução de obras de retenção e aproveitamento das águas superficiais uma vez que no tempo da chuva uma grande quantidade perde para o mar.

Para terminar gostaríamos de deixar algumas recomendações que julgamos ser pertinentes:

- Evitar a exploração excessiva das águas subterrâneas.
- Fazer o desenvolvimento sustentável de água subterrânea para as gerações futuras.
- Aconselhar que a extracção de água de um aquífero nunca deve exceder a sua recarga.
- Construir dispositivos de retenção e aproveitamento das águas superficiais e de recarga dos aquíferos.
- Proibir as apanhas de areias nas praias e sensibilizar a população dos impactos causados pela mesma.
- Criar condições de gestão dos recursos hídricos principalmente no que respeita a rega por alargamento.

## **BIBLIOGRAFIA**

AMARAL, Ilídio – Santiago de Cabo Verde, A Terra e os Homens, Lisboa, 1964

PEDRO, António – Manual da qualidade de água Praia

BEBIANO, Bacelar – A geologia do Arquipélago de Cabo Verde, 1932

MARQUES, M. (1990) – Caracterização das grandes Unidades Geomorfológicas da ilha de Santiago (República de Cabo Verde). In: Garcia de Orta, Ser. Est. Agron., Lisboa, 17 (1-2), 19-29.

MOTA GOMES, Alberto da – A Hidrologia da Ilha de Santiago, Praia 1980.

SERRALHEIRO, António – A geologia da ilha de Santiago de Cabo Verde, Lisboa 1974

SEMEDO, Virgolino Lopes - Problemática da Intruso Salina no Concelho de São Miguel, Instituto Superior de Educação, Praia Junho de 2004

VARELA, Anabela Cabral (2006) – Qualidade de água para o consumo humano no Concelho de Santa Cruz, Instituto Superior de Educação, Praia Setembro de 2006.

Universidade da Água.htm

[Http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/padroes.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/padroes.asp)

# ANEXO



Figura – 1 Furo FBE – 129



Figura – 2 Furo FT-29

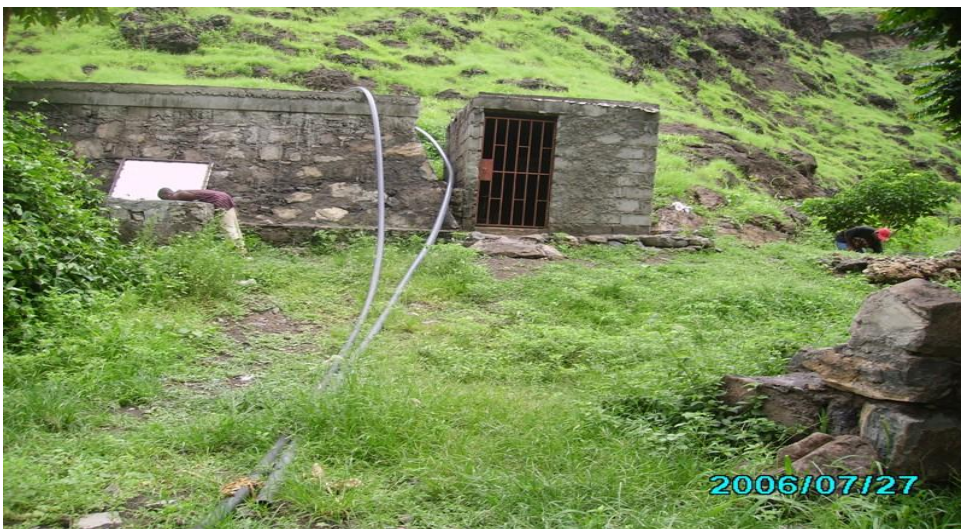


Figura – 3 Furo FBE-151





Figura -4 Chafariz do Furo FBE-150



Figura – 5 Furo ST – 4





Figura – 6 Reservatório do Furo ST- 4



Figura – 7 apanha de areia no mar Chão Bom



Figura – 8 Praia de Chão Bom completamente destruída devido a apanha de areia



Figura – 9 Ribeira de Chão Bom completamente destruída devido a extracção de areia e britas



Figura – 10 Laboratório de Análises de Solo, Água e Plantas do Instituto Nacional de Investigação e Desenvolvimento Agrário (INIDA)

